

TUGAS AKHIR

ANALISIS HIDROLIK SISTEM LIFTER PADA FARM

TRACTOR

FOTON FT 824



Tugas Akhir ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana S1
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:
DIDIK SETIAWAN
NIM : D 200 090 099

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: " **ANALISIS HIDROLIK SISTEM LIFTER PADA FARM TRACTOR FOTON FT 824**", Yang saya buat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 19 Juli 2015

Yang menyatakan,



Didik Setiawan

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir yang berjudul "**ANALISIS HIDROLIK SISTEM LIFTER PADA FARM TRACTOR FOTON FT 824**", telah disetujui Pembimbing utama dan Pembimbing pendamping tugas akhir dan diterima untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S-1 teknik mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Didik Setiawn

Nim : D 200 090 099

Disetujui pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 9 Juli 2015

Pembimbing Utama,

(Ir.SUBROTO,MT)

Pembimbing Pendamping,

(AMIN SULISTYANTO,ST)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir yang berjudul “**ANALISIS HIDROLIK SISTEM LIFTER PADA FARM TRACTOR FOTON FT 824**” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S-1 teknik mesin di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Didik Setiawan

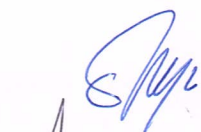
Nim : D 200 090 099


Disahkan pada :


Hari : Selasa

Tanggal : 21 Agustus 2015

Dewan Penguji :

Ketua : Ir. Subroto, MT. ()

Anggota 1 : Amin Sulistyanto, ST. ()

Anggota 2 : Ir. Sartono Putro, MT. ()

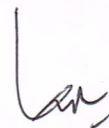
Mengetahui,



Dekan,

(Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D.)

Ketua Jurusan,



(Tri Widodo B.R., ST., M.Sc., Ph.D.)

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan Surat Direktur Sekolah Vokasi Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 242/A.2-VII/VKS/XII/2014 Tanggal 8 Desember 2014 dengan ini :

Nama : Subroto, Ir., M.T.
Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala/IVb
Kedudukan : Pembimbing Utama / ~~Pembimbing Kedua~~ *)
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :


Nama : Didik Setiawan
No Induk : D200090099
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin/Akhir
Judul/Topik : Analisis Sistem Lifter Pada Farm Tractor Foton FT 824

Rincian Soal/Tugas :

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 10.2.2015.....

Pembimbing



(Subroto, Ir., M.T.)

Cc. : Amin Sulistyanto, S.T.

Keterangan

*) Coret salah satu

1. Warna biru untuk Koordinator TA Sekolah Vokasi
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“Optimalkan hidup dengan bersyukur dan jangan pantang menyerah.”

Jangan putus asa menghadapi masalah

ANALISIS HIDROLIK SISTEM LIFTER PADA FARM TRACTOR FOTON FT 824

Didik Setiawan, Ir.Subroto,M.T, Amin sulistyanto,S.T
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email : Setiawandidik53@gmail.com

ABSTRAKSI

Farm tractor foton suatu alat berat yang dipergunakan untuk membajak tanah, menarik benda dan transportasi.Farm Tractor foton ft 824 bekerja dengan sistem hidrolik yaitu sistem yang menghasilkan suatu gaya dan gerak dengan menggunakan fluida, tujuan penelitian ini adalah menganalisa hidrolik dan mengidentifikasi kerusakan pada lifter farm tractor foton ft 824.

Prosedur pemeriksaan kerusakan lifter yaitu pemeriksaan secara visual, Pemeriksaan secara visual dilakukan dengan melakukan pemeriksaan apakah ada oli yang bocor dan mengoperasikan lifter untuk mengetahui yang mana mengalami trouble. Setelah mengetahui trouble pada lifter maka dilakukan disassembly lifter untuk mengetahui kerusakan.

Hasil dari analisa menunjukan penyebab terjadinya trouble dari lifter adalah O-ring yang sudah aus atau sudah tidak standar lagi dan harus dilakukan perbaikan atau diganti, dan hasil dari analisa hidrolik pada lifter sebagai berikut, pada pompa memiliki tekanan sebesar 200 bar, volume oli yang dibutuhkan kesilinder lifter 1,071 liter, mengetahui debit

aliran yang masuk kesilinder lifter 0.13343 liter/dt, gaya yang dihasilkan oleh lifter 14252,4 Kgcm²

Kata kunci: *Lifter, Hidrolik*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-NYA sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul “ANALISIS HIDROLIK SISTEM LIFTER PADA FARM TRACTOR FOTON FT 824” dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis pada kesempatan ini dengan ketulusan dan keikhlasan hati yang mendalam menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan besar kepada:

1. Bapak Tri Widodo B.R, ST., M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Dr. Suranto, selaku Direktur Sekolah Vokasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, MT, selaku pembimbing utama yang telah memberikan dukungan serta arahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak amin sulistyanto, ST, selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Keluarga tercinta, bapak, ibu, kakak, adik yang selalu memberikan dukungan serta doanya.
6. Teman seperjuangan dalam menyelesaikan tugas akhir, ferly, hasan masyur dan rudi, terima kasih atas kerjasama dan bantuannya.
7. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2009 yang banyak memotivasi, semangat dan kebersamaannya.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian serta penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan dan penulis sampaikan terimakasih. Semoga amal baik kita mendatangkan keindahan dan rahmat Allah SWT.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surakarta, 14 juli 2015

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Didik Setiawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
LEMBAR MOTTO	vi
ABSTRAKSI	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. BATASAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENULISAN	3
1.4. SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1. SIFAT-SIFAT FLUIDA	5
2.2. PRINSIP HIDROLIK	6
2.3. ANALISA DASAR FLUIDA.....	7
2.4. OLI HIDROLIK	10
2.5. KERUSAKAN OLI	13
BAB III PRESEDUR PEMERIKSAAN LIFTER	
3.1. FLOW CHART PROSEDUR PEMERIKSAAN	15
3.2. TAHAPAN PEMERIKSAAN	15
3.2.1. Pemeriksaan secara visual	16
3.2.2. Proses disassembly lifter	20
BAB IV ANALISA HIDROLIK	
4.1. KOMPONEN LIFTER.....	25
4.2. SIRKUIT HIDROLIK LIFTER	
FARM TRACTOR FOTON FT 824.	28
4.3. MENGETAHUI TEKANAN OLI DIPOMPA	41
4.4. MENGETAHUI VOLUME OLI YANG DIBUTUHKAN.....	41
4.4.1. Mengetahui debit aliran dalam silinder lifter	43
4.4.2. Menghitung gaya pada lifter	44
4.4.3. Menghitung beban lifter saat membajak	44
BAB V PENUTUP	
5.1. KESIMPULAN	46
5.2. SARAN	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hukum pascal	8
Gambar 2.2 Kesetimbangan	8
Gambar 2.3 Panjang langkah	9
Gambar 2.4 Silinder	9
Gambar 2.5 Laju aliran silinder	10
Gambar 2.6 Kecepatan aliran silinder.....	10
Gambar 3.1 Flow chart prosedur pemeriksaan lifter	15
Gambar 3.2 pemeriksaan level oli.....	17
Gambar 3.3 Pemeriksaan kebocoran pada lifter.....	18
Gambar 3.4 Pemeriksaan lifting arm.....	19
Gambar 3.5 Proses melepas cover.....	20
Gambar 3.6 Proses melepas baut left lifting arm press plat.....	21
Gambar 3.7 Proses melepas spacing sleeve dan copper shaft bush ..	21
Gambar 3.8 Lifter	22
Gambar 3.9 Lifting shaft dan inner lifting arm.....	22
Gambar 3.10 Komponen-komponen lifter	23
Gambar 3.11 O-ring	24
Gambar 4.1 Lifter	25
Gambar 4.2 O-ring	26
Gambar 4.3 Piston	27
Gambar 4.4 Lifting shaft.....	27
Gambar 4.5 Lifting arm	28
Gambar 4.6 Sirkuit hidrolik lifter	29
Gambar 4.7 Hidrolik tank	30
Gambar 4.8 Filter	31
Gambar 4.9 Prinsip pompa hidrolik fixed displacement	33

Gambar 4.10 Internal gear pump	34
Gambar 4.11 External gear pump.....	34
Gambar 4.12 Relif valve	36
Gambar 4.13 Control valve	37
Gambar 4.14 Adjusting valve	38
Gambar 4.15 Single acting	39
Gambar 4.16 Double acting	39
Gambar 4.17 Double acting cylinder	40
Gambar 4.18 Bagian lifter	42
Gambar 4.19 Silinder	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada alat berat terdapat suatu sistem yang dapat menentukan kerja dari alat berat itu sendiri, salah satu dari sistem tersebut adalah sistem bergerak. Dan sistem penggerak itu sendiri terbagi menjadi dua, yaitu sistem penggerak hidrolik dan sistem penggerak mekanik. Dalam sistem penggerak hidrolik terdapat beberapa keuntungan diantaranya:

1. Pemindah gaya dan daya yang lebih halus
2. Pengaturan tingkat kecepatan dapat dilakukan dengan mudah
3. Suara yang ditimbulkan saat sistem beroperasi tidak berisik seperti sistem mekanik.

Karena memiliki keuntungan lebih dibandingkan dengan sistem penggerak mekanik, maka sistem penggerak hidrolik lebih banyak dipakai di alat-alat berat salah satunya adalah unit farm tractor foton FT 824. dan pada sistem penggerak hidrolik terdapat beberapa komponen utama yang mempengaruhi kerja dari sistem tersebut.

Lifter adalah salah satu komponen utama pada sistem penggerak pada alat pendukung pada unit farm tractor foton FT 824. Komponen tersebut berfungsi sebagai membantu kinerja pada lifting arm untuk mengangkat dan menurunkan alat bantu seperti bajak dengan menggunakan fluida oli sebagai medianya. Sebagai salah satu komponen

utama pada sistem penggerak pendukung hidrolik. Maka *lifter* ini diharapkan dapat bekerja secara maksimal agar kerja dari lifter arm juga dapat maksimal.

Hal tersebut dapat dicapai jika unit atau komponen tersebut mendapat perawatan yang lebih secara berkala. Perawatan bisa dikatakan baik apabila hasil dari perawatan unit menghasilkan down time (waktu yang terbuang percuma) yang seminimal mungkin bahkan tanpa down time yang diakibatkan oleh kerusakan unit tetapi dengan anggaran biaya perawatan yang sewajarnya. Berdasarkan informasi dari mekanik dilapangan, lifter lebih sering mengalami trouble (masalah).

Berdasarkan informasi tersebut, maka dalam mekanisme kerja atau analisa hidrolik ini penulis mengambil tema untuk tugas akhir tentang analisa sistem lifter pada farm tractor foton FT 824.

1.2 BATASAN MASALAH

Mengingat pada farm tractor foton ft 824 mekanisme kerja pada lifter menggunakan sistem hidrolik, maka sangat perlu untuk memberi batasaan masalah, dalam penyusunan tugas akhir ini penulis hanya membahas tentang pemeriksaan trouble pada lifter dan menganalisa sistem hidrolik pada lifter yang terdapat pada bagian attachment farm tractor foton ft 824.

1.3 TUJUAN PENULISAN

Tujuan penulisan tugas akhir yang ingin dicapai oleh penulis yaitu untuk menganalisa tentang tema yang diangkat yaitu analisa lifter pada farm tractor foton FT 824, dan tujuannya adalah:

1. Untuk mengetahui kinerja dan mekanisme dari lifter farm tractor foton ft 824.
2. Menganalisa kerusakan dan menganalisa hidrolik pada lifter farm tractor foton ft 824.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk mempermudah dalam pemahami dan juga memberikan gambaran tentang isi dari tugas akhir ini, maka penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis, maka isi dari seluruh pembahasan ini akan dibagi menjadi bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini terisi tentang teori yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti yaitu meliputi sifat-sifat fluida cair, prinsip hidrolik, analisa dasar fluida dan oli hidrolik.

BAB III PRESEDUR PEMERIKSAAN LIFTER

Bab ini berisi tentang flow chart presedur pemeriksaan, tahap pemeriksaan, pemeriksaan secara visual, proses disassembly

BAB IV ANALISA HIDROLIK

Bab ini berisi tentang prinsip kerja komponen lifter, sirkuit hidrolik lifter farm tractor foton FT 824, mengetahui tekanan oli dipompa, mengetahui volume oli dibutuhkan, mengetahui debit aliran dalam silinder lifter, menghitung gaya pada lifter.

BAB V PENUTUP

Bab ini menguraikan tentang kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian. Dari kesimpulan ini akan diperoleh saran dan masukan yang berguna untuk pembaca dan customer yang memakai unit farm tractor foton ft 824.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 SIFAT-SIFAT FLUIDA

Fluida cair mempunyai beberapa sifat yang melekat termasuk yang digunakan pada alat berat yang akan terlihat setelah fluida tersebut melewati masa kerja tertentu, sehingga harus diperhitungkan sifat-sifat tersebut. Berikut sifat fluida:

a) Viskositas

Fluida didefinisikan sebagai substansi yang terus menerus berdeformasi bila ada tegangan geser yang bekerja pada fluida tersebut. Fluida tidak mampu menahan tegangan geser akan timbul hanya apabila fluida dalam keadaan bergerak. Juga tegangan geser akan ada apabila fluida mempunyai viskositas merupakan sifat yang dimiliki oleh semua fluida nyata.

Oleh karena itu fluida ideal dapat didefinisikan sebagai fluida yang tidak memiliki viskositas dan tegangan geser tidak akan timbul pada fluida ideal apabila fluida ini dalam keadaan bergerak. Viskositas (kekentalan) fluida besarnya dapat ditentukan melalui pengukuran terhadap tingkat hambatan yang ditimbulkan pada aliran fluida yang bersangkutan. Viskositas inilah yang membedakan fluida nyata dengan fluida ideal (fluida tak berviskositas).

b) Kemampuan mampatan

Tegangan geser yang timbul karena pengaruh viskositas pada fluida mengakibatkan terjadinya deformasi pada fluida. Fluida juga dapat dimampatkan dengan memberi tekanan luar terhadap volume fluida, tetapi fluida cair tak termampatkan (incompressible). Dengan sifat fluida cair yang tak termampatkan tersebut, maka fluida cair (oli) digunakan untuk mengirimkan gaya dari satu titik ke titik lainnya disempanjang jalur yang dilewati fluida cair tersebut, sehingga pada alat berat fluida cair (oli) dapat bekerja menggerakkan silinder hidrolik.

c) Titik beku

Titik beku fluida adalah temperatur dimana minyak membeku dan berhenti mengalir. Sekalipun demikian titik beku bukanlah satu-satunya ciri bagi kesesuaian fluida sehingga dapat digunakan pada temperatur-temperatur rendah (dalam suhu udara dingin). Untuk mesin-mesin yang bekerja dilapangan, pada umumnya titik beku yang diinginkan antara -20 sampai -30°C (sering pula antara -10 sampai -25°C). Suatu sifat yang penting dari fluida untuk temperatur rendah adalah sifat mencair pada udara dingin.

2.2 PRINSIP HIDROLIK

Tekanan yang diberikan pada zat cair di ruang tertutup akan diteruskan zat cair tersebut ke segala arah tanpa berkurang kekuatannya (hukum pascal). Pascal mendalami bidang hidrostatika dan hidrodinamika yang terpusat pada prinsip cairan hidrolik (salah satu metode yang menggunakan

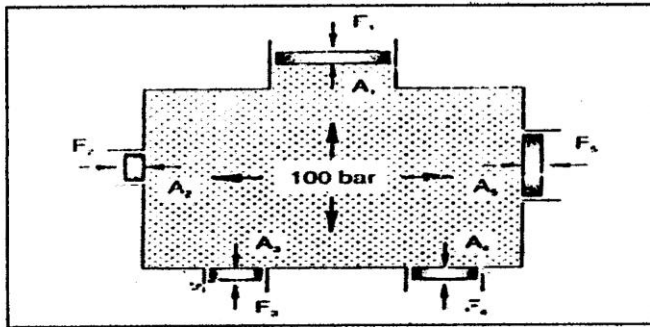
fluida sebagai pengganda gaya) pascal telah membuktikan bahwa tekanan hidrostatika tidak bergantung pada berat dari suatu fluida, tetapi sangat berhubungan dengan perbedaan ketinggian fluida tersebut. Hal ini dibuktikan dengan percobaan menggunakan tong yang diisi dengan air dan diletakan pada ketinggian tertentu. Komponen komponen yang digunakan dalam percobaan prinsip hidrolik adalah:

- a) Wadah berfungsi untuk menampung seluruh volume dari fluida cair.
- b) Pompa berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik.
- c) Katup berfungsi untuk mengatur dan mengarahkan aliran dari fluida.
- d) Aktuator adalah hasil akhir dari prinsip hidrolik (pascal), mengubah energi hidrolik menjadi energi mekanik.

Sistem hidrolik menggunakan fluida yang sifatnya incompressible (tak mampatkan) untuk mengirimkan gaya dari satu titik ketitik lainnya disepanjang jalur yang dilewati fluida tersebut. Dengan dibantu oleh metode atau prinsip ini, dapat dihasilkan output gaya yang sangat besar hanya dengan menggunakan input gaya yang kecil. hasil perpaduan gaya yang sangat besar dapt dicapai dengan menggunakan prinsip hidrolik ini.

2.3 ANALISA DASAR FLUIDA

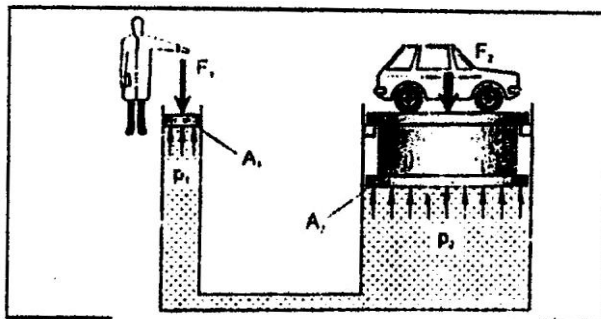
Hukum pascal adalah tekanan yang diberikan pada fluida diruang tertutup diteruskan kesemua arah dan sama besar.



Gambar.2.1 hukum pascal

Jika diberikan gaya sebesar F pada A , dalam suatu tabung fluida, maka akan didapatkan tekanan P yang mendesak luasan A tabung tersebut dan melawan gaya F . Maka didapatkan $p = \frac{F}{A}$

a) Kedalam kesetimbangan

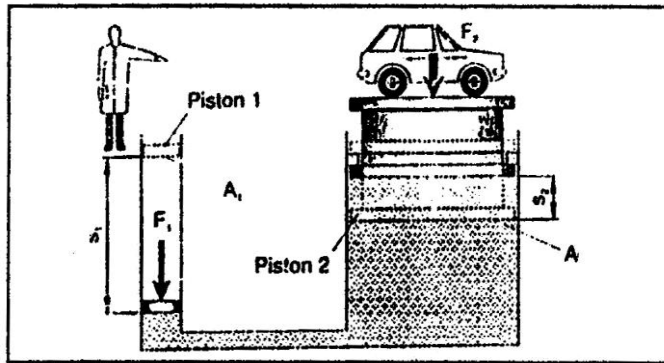


Gambar.2.2 kesetimbangan

Dalam keadaan kesetimbangan berlaku tekanan $p_1 = p_2$ maka

didapatkan persamaan $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

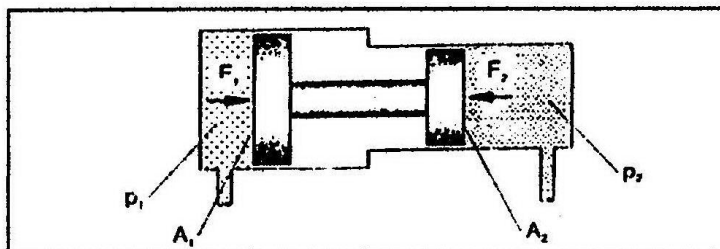
b) Panjang langkah



Gambar.2.3 panjang langkah

Untuk mengangkat beban F_2 sejauh S_2 maka piston 1 diberi gaya F_1 yang bergerak sejauh S_1 . Dengan volume V yang dipindahkan adalah konstan $V_1 = V_2$ maka didapatkan persamaan $S_1 \cdot A_1 = S_2 \cdot A_2$

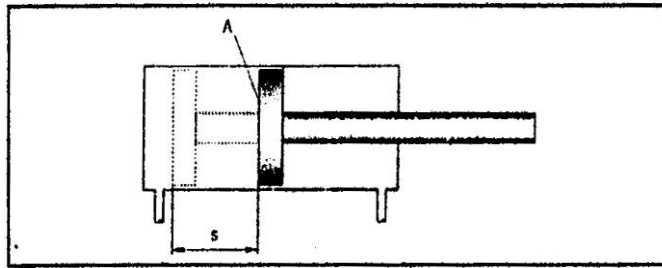
c) Hubungan tekanan dan lulusan



Gambar.2.4 silinder

Tekanan P_1 yang dihasilkan dari gaya F_1 pada luasan A_1 dihubungkan dengan piston yang lebih kecil dengan luasan A_2 akan dihasilkan tekanan P_2 yang lebih besar dari tekanan awal. Jika gaya adalah konstan $F_1 = F_2$ diperoleh persamaan $P_1 \cdot A_1 = P_2 \cdot A_2$

d) Laju aliran

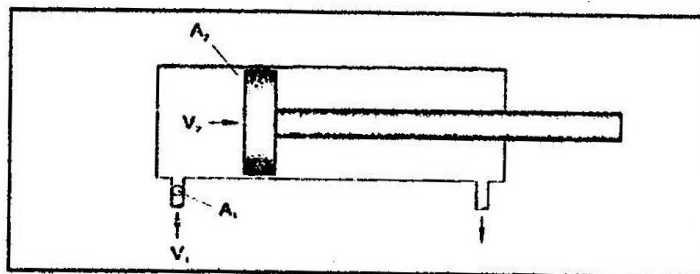


Gambar.2.5 laju aliran silinder

Debit adalah volume V yang mengalir dalam pipa terhadap satuan waktu t . Bila volume V adalah luasan A dikalikan panjang langkah S dibagi waktu t adalah kecepatan v , maka dipersamaan $V = A \cdot S$

$$Q = \frac{v}{t} \quad Q = \frac{A \cdot S}{t}$$

e) Kecepatan aliran



Gambar.2.6 kecepatan aliran silinder

Aliran yang melewati luasan kecil A_1 mempunyai kecepatan v yang lebih besar dari pada aliran yang melewati luasan besar A_2 , maka berlaku:

$$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2.$$

2.4 OLI HIDROLIK

Dalam teknik modern terdapat serangkain sistem- sistem hidrolík untuk tugas dan tujuan yang sangat aneka ragam. Jumlah yang besar pada penggunaan dengan masing-masing persyaratan yang dibutuhkan telah

minyak hidrolik (oli hidrolik) tidak hanya menyangkut satu oli hidrolik melainkan cenderung serangkaian oli khusus. Lebih-lebih dalam dunia alat berat, selain minyak mineral (oli mineral), semakin banyak oli hidrolik yang berdasarkan sintetis.

Pada prinsipnya kuat cairan tekan dalam instalasi hidrolik harus memiliki beberapa fungsi penting, diantaranya adalah :

- a) Transmting power (meneruskan tenaga), berfungsi untuk meneruskan tenaga dari tempat satu ketempat lain.
- b) Sealing atau (melumasi atau melapisi), komponen-komponen sistem hidrolik dirancang dan dihubungkan satu dengan lainnya menggunakan sistem mekanikal . untuk itu oli hidrolik harus mampu melapisi bagian yang bersinggungan itu (membentuk oil flim).
- c) Cleaning (membersihkan). Fungsi oli hidrolik juga bisa untuk membersihkan. Oli hidrolik akan membawa kotoran dari sistem yang akan dibawa ketengki hidrolik yang kemudian kotoran tersebut akan disaring oleh filter yang ada pada tangki hidrolik sebelum oli kembali bersirkulasi kesistem.
- d) Cooling (pendingin). Saat sistem hidrolik berkerja merubah energi mekanik menjadi energi kinetis atau sebaliknya akan menimbulkan panas. Oli hidrolik yang bergerak dalam sistem akan mentransmisikan panas tersebut kesistem pendingin (oli cooling sistem) sehingga temperatur kerja tetap terjaga.

Dalam melakukan kerjanya, oli hidolik mengalami berbagai pembebanan. Kesemua itu dapat berupa tekanan-tekanan,kecpatan,dan temperatur yang dapat bervariasi dalam batas yang luas. Pada media tekan dan media pemindah diberi beberapa persyaratan yang untuk sebagian menuntut persyaratan yang saling bertentangan yang harus dapat dipenuhi pada waktu yang bersamaan. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh oli hidrolis yaitu:

- a) Oli tersebut harus mempunyai sifat-sifat pelumasan yang baik, sehingga keausan pada bagian yang bersinggungan satu sama lain dapat berkurang. Sifat ini harus dimiliki oleh oli hidrolis untuk semua perubahan temperatur dan semua perubahan tekanan.
- b) Oli hidrolis harus tetap stabil dan tidak kehilangan sifat kimiawinya serta dapat mempertahankan sifat-sifat ini pada semua kemungkinan perubahan temperatur dan perubahan tekanan.
- c) Sedapat mungkin viskositas oli hidrolis tidak bergantung pada temperatur (oli harus memiliki sifat viskositas yang merata). Pada saat temperatur meningkat, viskositas tidak boleh terlampaui banyak berubah dan pada temperatur rendah, viskositasnya juga tidak boleh terlalu banyak berubah. Karena apabila terjadi demikian, akan mengurangi kinerja dari oli hidrolis tersebut.

- d) Tenaga permukaan oli hidrolis tidak boleh terlampau besar, agar terbentuknya buih dapat tetap terbatas. Buih dapat menyebabkan hilangnya sebagai daya.

Sedangkan kualitas standar untuk kekentalan oli yang sering digunakan untuk oli hidrolis menurut standar internasional dinyatakan dalam SAE (*society of automotive engineering*) dimana makin besar angka SAE, berarti oli tersebut semakin kental. Klasifikasi oli yang dinyatakan API service (*american automobile intitute*), dimana semakin tinggi huruf akhir maka klasifikasi oli semakin baik. Juga standar klasifikasi JASO (*japanese automobile standards organization*), yang berasal dari jepang. Selain itu ada ISO-VG (internasional standards organization – viscosity grade).

2.5 KERUSAKAN OLI

Kerusakan pada oli hidraulik dapat diakibatkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya adalah:

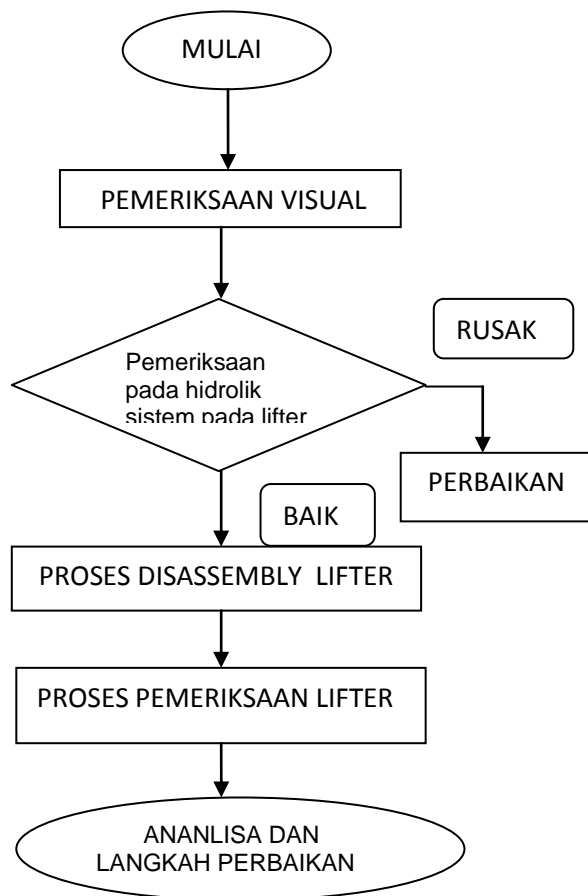
- a) Kontaminasi, yaitu kerusakan oli dari pengaruh luar oli. Bahan atau material kontaminasi bisa berupa zat padat, zat cair ataupun gas. Misalnya tercampur air dari sistem pendingin yang bocor, masuknya uap air dan debu dari udara luar melalui *breather* (lubang pernapasan), saluran pengisian, atau ketika sistem dibuka ketika melakukan perawatan. Bila kontaminasi tidak diperhatikan, maka akan menyebabkan kegagalan dari sistem hidraulik. Berikut sumber utama dari kontaminasi adalah:
- 1) Kotoran (*dirt*) yang berasal dari partikel karat atau aus dari komponen pada sistem hidraulik yang menyebabkan abrasi pada komponen.

- 2) Air (*water*) yang akan menurunkan kualitas cairan hidraulik dan menyebabkan karat dan mengakibatkan abrasi pada komponen di sistem hidraulik.
 - 3) Udara (*air*) akan menyebabkan pengoperasian sistem hidraulik menjadi tersendat, udara juga akan meningkatkan proses oksidasi yang akan meningkatkan viskositas dan keasaman dari oli hidraulik.
- b) *Deteriorasi*, yaitu kerusakan karena pengaruh dari dalam oli itu sendiri. Selama oli bersirkulasi didalam sistem, endapan dan asam-asam akan terbentuk sebagai akibat dari panas, oksidasi dan tekanan (*compression*). Endapan itu akan membentuk semacam perekat yang akan menutupi lubang-lubang kecil saluran oli dan berakibat sirkulasi oli pada sistem terganggu. Selain itu, dapat terjadi ketika pemakaian oli hidraulik yang terlalu lama tidak diganti yang berakibat berkurangnya *viskositas* oli.

BAB III

PROSEDUR PEMERIKSAAN LIFTER

3.1 FLOW CHART PROSEDUR PEMERIKSAAN



Gambar.3.1. flow chart prosedur pemeriksaan lifter

3.2 TAHAPAN PEMERIKSAAN

setelah mendapat laporan dari mekanik bahwa terjadi trouble pada lifter pada unit farm tractor foton ft 824, maka hal yang harus kita lakukan

untuk dapat mengetahui penyebabnya dari terjadinya trouble pada unit tersebut adalah melakukan pemeriksaan secara seksama sesuai dengan standar dari buku manualnya, dan sebelumnya menanyakan gejala terjadinya trouble yang dirasakan oleh operator. Pemeriksaan tersebut adalah dengan melakukan pemeriksaan .sedangkan langkah pemeriksaan yang dilakukan adalah:

Pemeriksaan secara visual pada unit terutama pada lifter

3.2.1. pemeriksaan secara visual

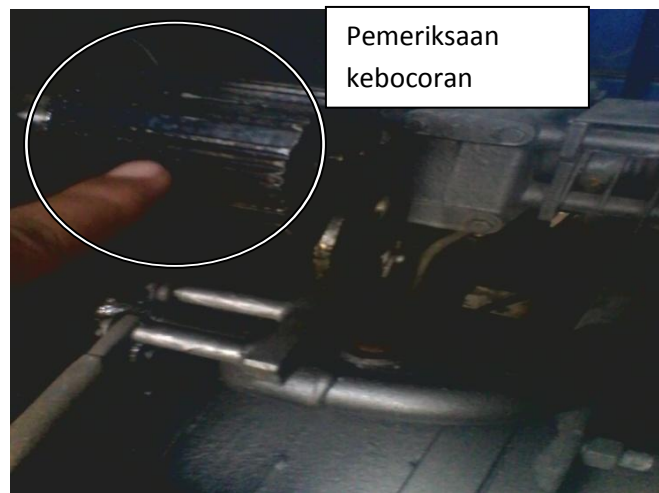
Pemeriksaan secara visual disini adalah tindakan pertama yang dilakukan sebelum menuju tindakan yang lebih jauh lagi. Pemeriksaan ini dilakukan dengan tujuan mengakibatkan trouble.

1. Pemeriksaan visual pada sistem hidrolik. Pemeriksaan pada hidrolik sistem sangat diperlukan, karena pada unit alat berat hidrolik sistem adalah sistem berperan penting pada kerja unit alat berat tersebut. Sistem hidrolik pada alat berat adalah sistem yang merubah energi mekanik dari sumber tenaga menjadi energi kinetis dan energi tekanan dalam fluida yang kemudian energi tersebut diteruskan melalaui saluran, dan akan diubah lagi menjadi energi mekanik melalui silinder hidrolik untuk melakukan kerja. dimana sistem hidrolik adalah sistem yang memanfaatkan fluida cair (oli hidrolik) untuk melakuakan gerakan segaris atau putaran. Sistem hidrolik adalah teknologi yang menerapkan prinsip hukum archimedes(+250 sebelum masehi). Prinsip hukum

tersebut adalah jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu merambat kesegala arah dengan tidak bertambah dan tidak berkurang kekuatannya. Pada sistem ini yang dilakukan pemeriksaan yaitu pada level oli hidrolik, kondisi oli hidrolik. Apabila pada sistem hidrolik terjadi kerusakan yang nampak secara visual, berti menandakan terjadinya kebocoran (external leakge) yang juga berpengaruh pada kerja unit.



Gambar.3.2. pemeriksaan level oli



Gambar.3.3. pemeriksaan kebocoran pada lifter

2. Pemeriksaan lifting arm dengan secara visual, untuk mengetahui kebocoran pada lifternya dengan cara sebagai berikut dengan melihat gambar dibawah ini.



Gambar.3.4. pemeriksaan lifting arm

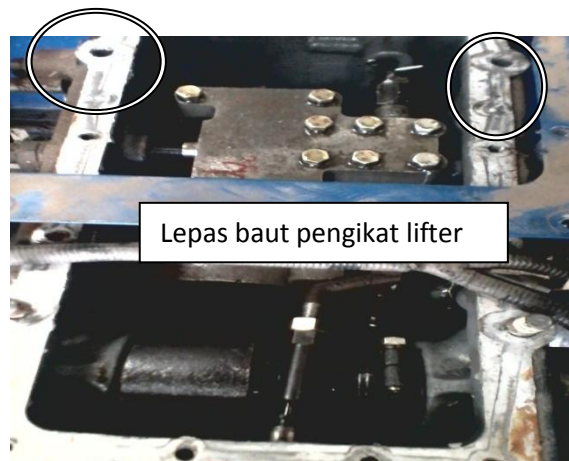
3.2.2. proses disassembly lifter

setelah selesai melakukan pengecekan pada lifter dan lifting arm, diketahui bahwa lifter mengalami kebocoran dikarenakan o-ring pada lifter sudah tidak standar lagi, sehingga lifter berkerja tidak normal lagi. Dengan demikian lifter disassembly. Dalam proses disassembly lifter diperlukan beberapa peralatan. Berikut beberapa peralatan atau tool yang digunakan untuk disassembly lifter.

- a. 1 set tool box tersebut terdapat berbagai macam tool set yang merupakan standard mekanik lapangan.

sedangkan proses disassembly-nya yaitu:

1. Lepas jog/tempat duduk operator biar mudah melepas lifter, kemudian lepas baut pengikat cover pada bagian atas lifter.



Gambar.3.5. proses melepas cover

2. Setelah melepas cover diatas, lepas baut left lifting arm press plat yang berhubungan dengan lifting shaft.



Gambar.3.6. proses melepas baut left lifting arm press plat

3. Lepas spacing sleeve dan copper shaft bush pada bagian samping lifter dengan menarik pelan-pelan dan berurutan.



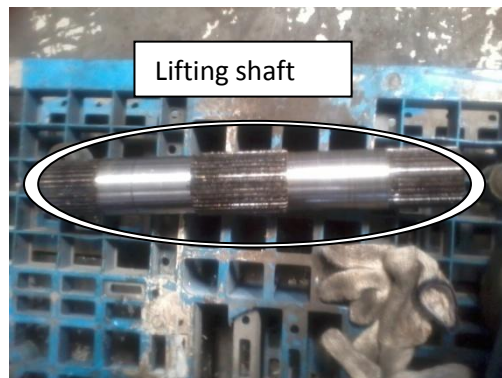
Gambar.3.7. proses melepas spacing sleeve dan copper shaft bush

4. Kemudian lifter diturunkan kelantai biar mudah untuk melepas komponen-komponen lifter didalamnya.



Gambar.3.8. lifter

5. Kemudian melepas lifting shaft dan inner lifting arm.



Gambar.3.9. lifting shaft dan inner lifting arm

6. Setelah lifter assy terlepas dari unit, disassembly komponen-komponen pada lifter assy untuk dilakukan pemeriksaan dan analisa penyebab terjadinya trouble pada lifter yang mengakibatkan kebocoran dan kerja dari unit fram tractor foton ft 824 trouble.



Gambar.3.10. komponen-komponen lifter

7. Setelah mengetahui kerusakan pada lifter kemudian dilakukan perbaikan dan mengganti komponen yang telah rusak, sudah diketahui penyebab terjadinya kebocoran yaitu O-ring mengalami keausan atau sudah tidak standar lagi perlu dilakukan pengantian atau diperbaiki.



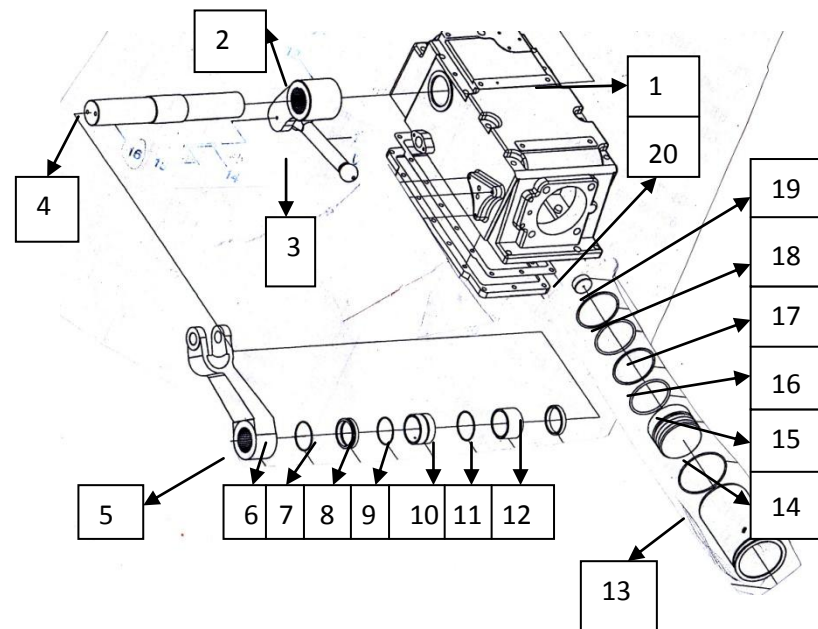
Gambar.3.11. O-ring

BAB IV

ANALISA HIDROLIK

4.1 KOMPONEN LIFTER

Pada umumnya lifter terdiri dari komponen-komponen utama yang mendukung untuk mengoperasikan lifter itu sendiri.



Gambar.4.1. lifter

Keterangan:

1. Lifter	9. Copper shaft bush	17. retainer ring
2. Inner lifting arm	10. O-ring	18. O-ring
3. piston push rod	11. Shaft bush II	19. retainer ring
4. Lifting shaft	12. spacing sleeve	20. piston ball seat
5. Lifting arm	13. Cylinder canister	

6. O-ring	14. O-ring	
7. spacing sleeve	15. Piston	
8. O-ring	16. Oring	

Komponen utama dari lifter adalah:

- a) O-ring dipasang pada bagian lifting shaft untuk menyekat antara oli hidrolik dan grids biar tidak tercampur, dibagian lifter o-ring sangat penting digunakan, biasanya o-ring kerap aus karena diantara shaft bush dan spacing sleeve tertekan mengakibatkan o-ring pipih atau mengeras, bila o-ring sudah tidak standar akan mengakibatkan lifter akan bocor dan oli hidrolik keluar dan campur sama grids.



Gambar 4.2. O-ring

- b) Piston, terpasang pada dalam lifter dan didalam cylinder canister, berfungsi untuk menekan inner lifting arm yang akan mengerjakan mengerjakan lifting arm.



Gambar.4.3. piston

- c) Lifting shaft, terpasang diujung bagian lifter dan didalam lifter yang berfungsi untuk tempat dudukan spacing sleeve, o-ring, lifting arm, dan inner lifting arm.



Gambar.4.4. Lifting shaft

- d) Lifting arm, yaitu terletak bagian ujung lifting shaft yang berfungsi untuk mengangkat lower link, lower link itu sendiri untuk mengangkat rendah atau tinggi alat pembantu pada garu, singkal bajak. lower link bisa bekerja karena ada tarikan atau tekanan dari lifting arm. Lifting arm itu bekerja karena ada dorongan atau tekanan dari piston push rod yang dipressure oleh piston, lifting arm itu saat turun dengan beban itu

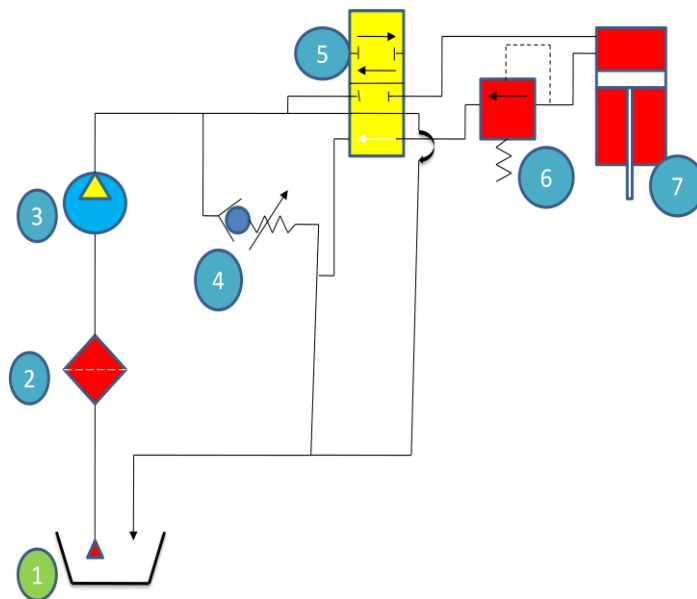
sendiri karena sistemnya dengan single acting. lifting arm bisa turun dengan pelan, agak cepat dan cepat itu tergantung adjusting lever yaitu penyetel lifting arm saat turun.



Gambar.4.5. Lifting arm

4.2 SIRKUIT HIDROLIK LIFTER FARM TRACTOR FOTON FT 824

Dalam lifter, gear pump berfungsi untuk memompa dari tangki terus melalui filter untuk menyaring kotoran biar tidak masuk kegear pump, oli dari tangki dipompa dialirkan ke control valve, dari control valve menghasilkan tekanan untuk mendorong piston silinder untuk menggerakan lifting arm, kemudian kembali lagi ketangki melalui adjusting valve kemudian ketengki lagi.



Gambar.4.6. sirkuit hidrolis lifter

1. Hidrolik tangki
2. Filter hidrolik
3. Pompa
4. Katup katup
5. Katup kontrol
6. Katup penyesuaian
7. Silinder hidrolik

1. Hidrolik tangki berfungsi untuk menampung oli hidrolik dari sistem, selain itu juga berfungsi sebagai pendingin oli yang kembali.

Tangki hidrolik sebagai wadah oli untuk digunakan pada sistem hidrolik. Oli panas yang dikembalikan dari sistem/actuator didinginkan dengan cara menyebarkan panasnya. Dan menggunakan oli cooler

sebagai pendingin oli, kemudian kembali kedalam tangki gelembung-gelembung udara dari oli mengisi ruangan diatas permukaan oli.

Untuk mempertahankan kondisi oli baik selama mesin operasi, dilengkapi dengan saringan yang bertujuan agar kotoran jangan masuk kembali tangki. Hidrolik tangki diklasifikasikan sebagai vented type reservoir atau pressure reservoir, masuknya debu dari udara akan berkurang dan oli akan didesak masuk kedalam pompa.



Gambar.4.7. hidrolik tank

2. Filter berfungsi untuk menyaring kotoran (gram-gram) yang ikut terbawa dalam sirkulasi oli dari tangki.



Lambang filter



Gambar.4.8. filter

3. Pompa adalah salah satu komponen hidrolik yang membuat oli bergerak /berpindah yang akan dimanfaatkan untuk kerja.Semua pompa menimbulkan aliran (flow).prinsip operasinya disebut DISPLACEMENT dimana zat cair atau fluida diambil dan dipindahkan ketempat lain. Secara umum pompa mengubah tenaga mechanical menjadi tenaga fluida hidrolik. Sedangkan yang dimaksud dengan DISPLACEMENT adalah volume zat cair yang dipindahkan tiap cycle (putaran) dari pompa. Pada farm tractor foton FT 824 menggunakan pompa tipe gear pump.

1. Klasifikasi pompa

- a. Non positive displacement pump: mempunyai penyekat antara lubang masuk/out port, sehingga cairan dapat mengalir didalam pompa apabila ada tekanan.

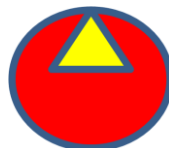
Contoh: pompa air termasuk disebut juga tipe non positif diplasement.

b. Positive displacement pump: memiliki lubang masuk/inlet port dan lubang keluar/outlet port yang disekat dalam pompa. Sehingga pompa jenis ini dapat bekerja dengan tekanan yang sangat tinggi dan harus diproteksi terhadap tekanan yang berlebihan dengan menggunakan pressure relief valve.

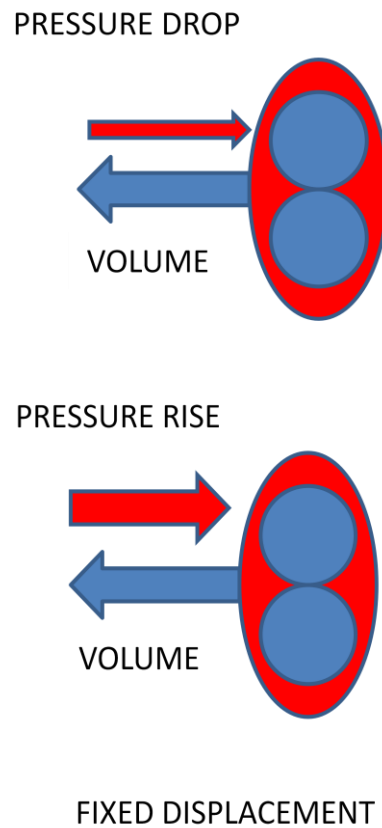
Contoh: pompa hidrolis alat berat

1. Fixed displacement pump: mempunyai sebuah ruang pompa dengan volume tetap (fixed volume pumping chamber) outputnya hanya bisa diubah dengan cara berubah kecepatan kerja (drive speed)
2. Variable displacement pump: mempunyai ruang pompa dengan volume bervariasi, outputnya dapat diubah dengan cara merubah displacement atau drive speed, fixed displacement pump maupun variable pump dipakai pada alat-alat pemindah tanah.

Pada foton 824 menggunakan pompa hidrolis fixed displacement pump. Ada itu fixed displacement artinya setiap putaran pompa menghasilkan volume oli yang sama dan tidak dapat diubah- ubah.



Lambang pompa

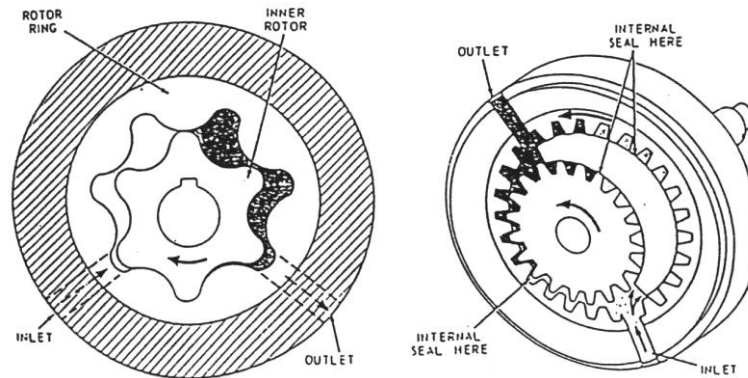


Gambar 4.9.prinsip pompa hidrolik fixed displacement

a. Jenis jenis gear pump

1. Internal gear pump

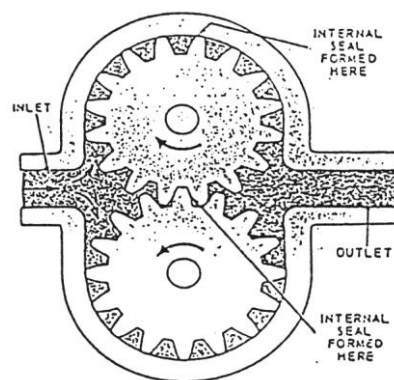
Kontruksi internal gear pump atau troichoid pump.



Gambar 4.10. internal gear pump

2. External gear pump

Untuk unit-unit sistem hidrolik banyak memakai jenis external gear pump terlihat pada gambar.



Gambar 4.11. external gear pump

Pada foton ft 824 menggunakan jenis gear pump external.

1. Gear pump pada foton

20 mpa = 200 bar

2. Yaitu jenis KAL/R

Karena setting pressure 200 bar (pressure loaded type)

b. internal oil leakage pada gear pump

Pada pompa juga ada trouble semacam kebocoran dan kerusakan pada pompa yaitu macam-macam kerusakan dan kebocoran.

1 .kebocoran pompa

- a. Karena seal aus
- b. O-ring aus
- c. Tekanan tinggi
- d. Temperatur tinggi
- e. Karena ada celah antara gear 1 dengan yang lain

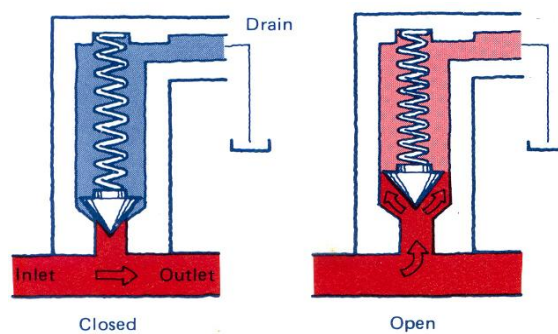
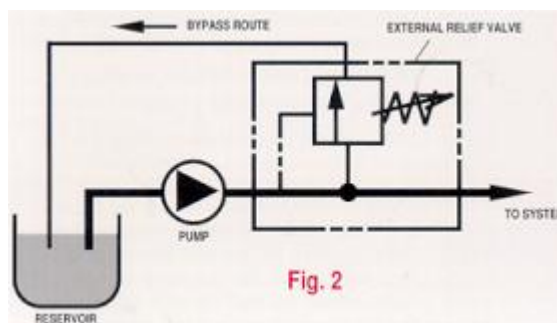
2 .kerusakan pompa

- a. Cairan yang terlalu kental
- b. Putaran pompa yang berlebihan
- c. Drive gear yang rusak
- d. Seal yang kurang bagus

2. Relief valve adalah berguna untuk membatasi tekanan maksimum yang diijikan dalam hidrolik system, agar sistem sendiri tidak rusak akibat over pressure.

- a. Cara kerja dari relief valve adalah jika tekanan yang memasuki input relief valve melebihi batas tekanan yang telah disesuaikan dalam relief valve tersebut maka valve akan membuka paksa jalur alternative/pilihan/jalur buang untuk mengalihkan tekanan tersebut.

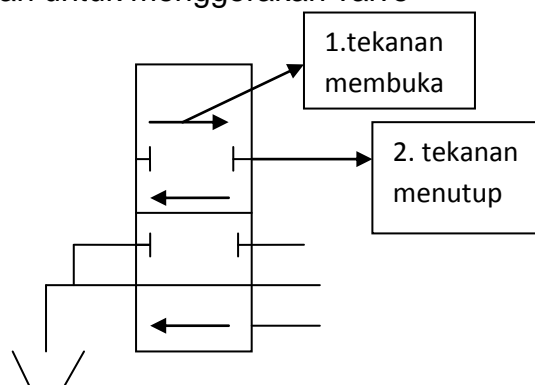
Secara umum, relief valve digunakan sebagai tindakan pertama untuk pengaman tekanan sesuai batasannya (setting operasi maksimum yang ditentukan)



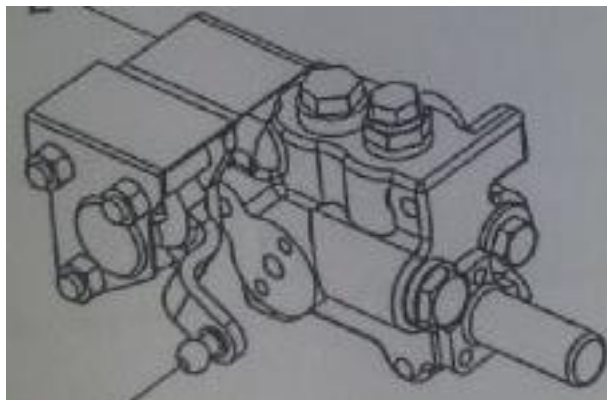
Gambar.4.12. relief valve

3. Control valve adalah berfungsi untuk mengatur tekanan, jumlah dan arah aliran oli yang terdapat dalam system atau mengarahkan jalanya oli ketempat yang diinginkan.

Tekanan hidrolik dikontrol melalui penggunaan sebuah valve yang membuka (1) dan menutup (2) pada waktu yang berbeda berdasar aliran fluida by pass dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah. Tanda panah menunjukkan arah aliran oli. Pressure control valve biasanya tipe pilot, yaitu kerja secara otomatis oleh tekanan hidrolik, bukan oleh manusia. Semakin besar tegangan spring, maka semakin besar pula tekanan fluida yang dibutuhkan untuk menggerakkan valve

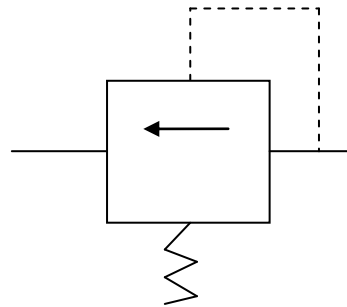


Simbol control valve



Gambar.4.13. control valve

4. Adjusting valve adalah untuk menyetel naik turunnya pada lifting arm.



Lambang adjusting valve



Gambar.4.14. adjusting valve

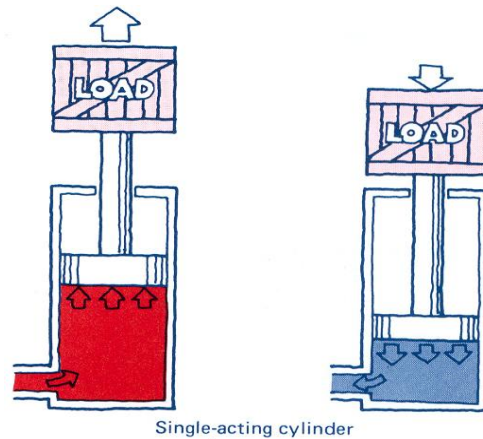
5. Cylinder hidrolik adalah berfungsi untuk menggerakkan perlengkapan kerja (attachment). Prinsip kerjanya adalah mengubah tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanik.

1. Hydraulic cylinder dibagi dalam dua jenis yaitu:

a. Single acting

Single acting hanya mempunyai satu port, sehingga fluida bertekanan hanya masuk melalui satu saluran, dan menekan kesatu arah. silinder ini untuk gerakan membalik

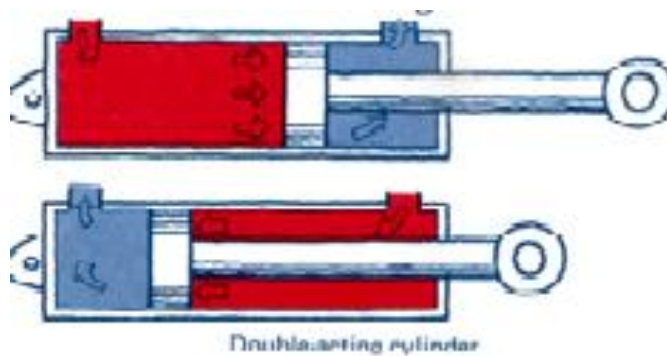
dengan cara membuka valve atau karena gaya gravitasi atau juga kekuatan spring.



Gambar.4.15. single acting

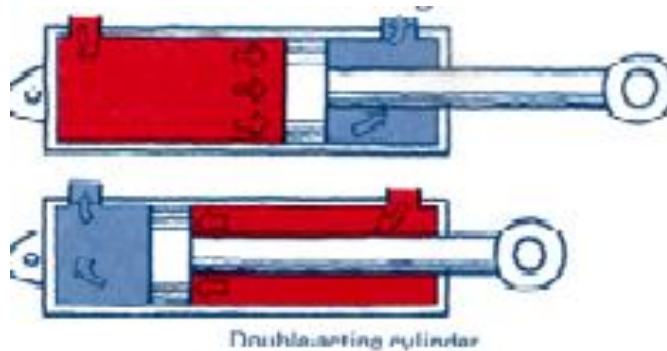
b. Double acting

Double acting mempunyai tenaga dalam dua arah. Oli yang bertekanan masuk pada salah satu sisi untuk mengeluarkan cylinder-rod dan pada sisi yang lain adalah untuk memasukkan cylinder-rod. port pada tiap bagian sehingga fluida bertekanan bias masuk melalui kedua bagian sehingga bias melakukan dua gerakan piston.



Gambar.4.16. double acting

Pada foton menggunakan hydraulic cylinder dengan *Double acting* ,apa yang dimaksud Double acting yaitu mempunyai tenaga dalam dua arah. Oli yang bertekanan masuk pada salah satu sisi untuk mengeluarkan cylinder-rod dan pada sisi yang lain adalah untuk memasukkan cylinder-rod. Oli dari sisi yang berlawanan adalah diarahkan kembali ketengki.



Gambar 4.17. Double acting cylinder

prinsip kerja lifter:

- a. bila dalam keadaan netral control valvenya maka saluran pompa akan terhubung dengan tangki,karena control valve tidak berjalan atau netral, oli hidrolik yang dipompa akan mengalir ketengki lagi atau returned.
- b. Saluran yang mau kesilinder tertutup oleh control valve karena control valve keadaan netral tidak bekerja sehingga dari silinder dapat dipertahankan diam
- c. Pada saat control valve dengan keadaan bergerak maka supplay oli dari pompa hidrolik akan diarahkan kesilinder,sehingga silinder bergerak sampai pada akhir langkah.

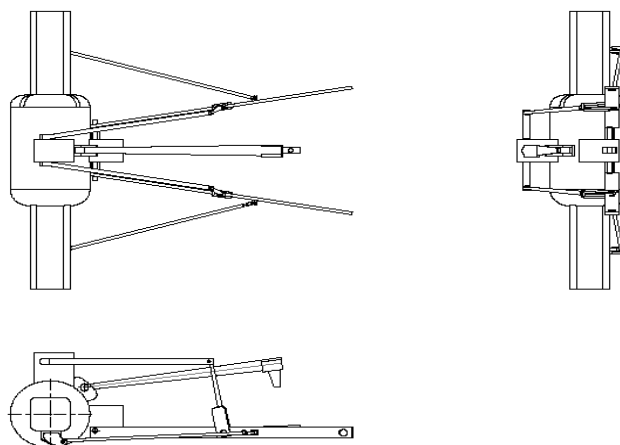
- d. Pada saat akhir langkah tekanan akan terus mendorong, tekanan akan terus naik dan mencapai tekanan maksimum dari system.

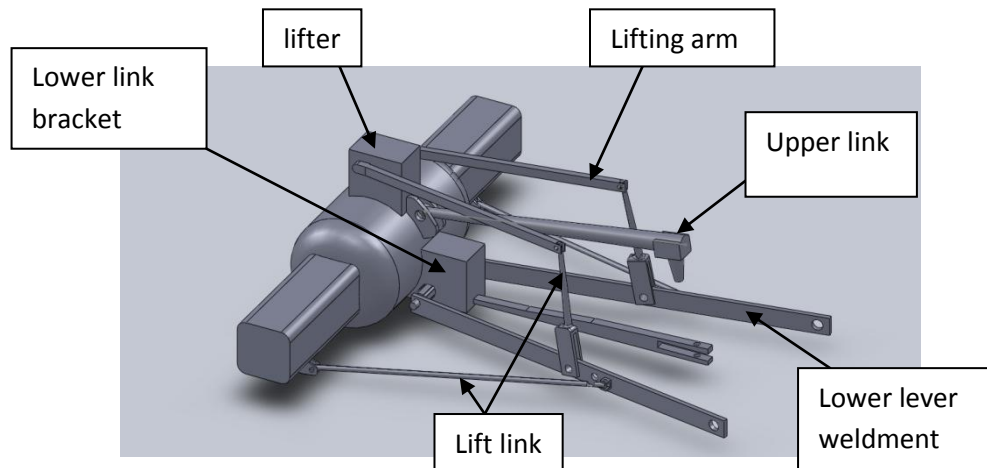
4.3 MENGETAHUI TEKANAN OLI DIPOMPA

Pada lifter pompa berfungsi untuk menyuplai atau mengalirkan oli hidrolis ke control valve. Pada pompa mempunyai tekanan yang sudah diketahui dipompa karena sudah tertulis dibagian pompa yaitu dengan bertekanan 20 mpa atau 200 bar

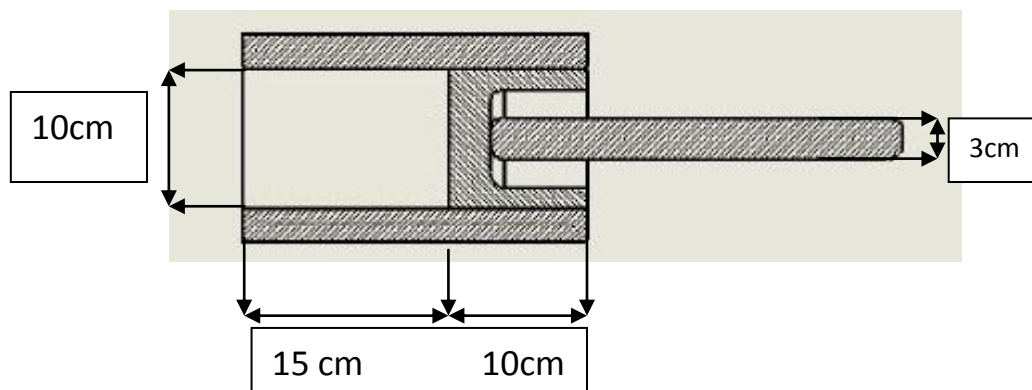
4.4 MENGETAHUI VOLUME OLI YANG DIBUTUHKAN

Untuk mengetahui volume oli yang dibutuhkan didalam silinder lifter yaitu dengan menganalisa dengan perhitungan dengan mengukur penampang silinder dan diameter silinder.





Gambar. 4.18 bagian lifter



Gambar. 4.19. silinder

Dimana; S = panjang langkah

$$= 15 \text{ cm}$$

D piston = diameter

$$= 10 \text{ cm}$$

$$D \text{ rod} = 3 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 A \text{ (Luas penampang)} &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \right) \\
 &= (0.7854 \times (10^2 - 3^2)) \\
 &= 71,162 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Volume oli = Luas penampang x panjang langkah

$$\begin{aligned}
 V &= A \times S \\
 &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \right) \times S \\
 &= 71,162 \times 15 \\
 &= 1071,5 \text{ cm}^3 \\
 &= 1,0715 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Jadi volume oli yang dibutuhkan pada lifter adalah 1,0715 liter

4.4.1. mengetahui debit aliran dalam silinder lifter= Q

$$Q = \frac{A \cdot S}{t}$$

Dimana; S = panjang langkah

$$= 15 \text{ cm}$$

t = waktu yang ditempuh

$$= 8 \text{ detik}$$

Maka;

$$Q = \frac{A \cdot S}{t}$$

$$Q = \frac{71,162 \cdot 15}{8}$$

$$= 133,43 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$= 0,13343 \text{ liter/dt}$$

Jadi debit aliran pada silinder pada lifter adalah 0,13343 liter/dt

4.4.2. menghitung gaya pada lifter = $P = \frac{F}{A}$

$$P = \frac{F}{A}$$

Dimana; P = yaitu pompa yang sudah diketahui

$$= 200 \text{ bar}$$

A = Luas penampang

$$= 71,162 \text{ cm}$$

$$\text{Maka : } P = \frac{F}{A}$$

$$F = P \times A$$

$$F = 200 \times 71,162 \text{ cm}^2$$

$$= 14252,4 \text{ Kgcm}^2$$

Jadi gaya pada farm tractor foton ft 824 adalah = 14252,4 Kgcm²

4.4.3 menghitung beban lifter saat membajak

$$F = m \times a$$

$$W = \frac{F}{g}$$

Dimana = g = gravitasi = 9,81

$$F = \text{gaya} = 14252,4 \text{ Kgcm}^2$$

Maka;

$$W = \frac{F}{g}$$

$$W = \frac{14252,4}{9,81}$$

$$W = 1450,8 \text{ Kg}$$

$$W = 1,4508 \text{ ton}$$

Jadi lifter bisa membajak dengan kekuatan tekan 1,4508 ton.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa sistem hidrolik penggerak lifter farm tractor foton FT 824 diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Lifter alat pendukung atau attechment berguna untuk perlengkapan membajak, lifter menggunakan sistem kinerja dengan hidrolik, dari analisa beban yang dihasilkan dapat mencapai sebesar 1,4508 untuk membajak kekuatan tekan.
2. Dari analisa kerusakan lifter mengalami kebocoran yang dikarenakan O-ring aus atau sudah tidak standar lagi dan harus diganti dengan mengganti O-ring dan hasil dari analisa hidrolik pada lifter adalah sebagai berikut : mengetahui volume oli yang dibutuhkan kesilinder lifter sebesar 1,071 liter, mengetahui debit aliran yang masuk kesilinder lifter 0,13343 liter/dt, gaya yang dihasilkan oleh lifter 14252,4 Kgcm²

5.2 Saran

Untuk menjaga performance dan kondisi farm tractor foton ft 824 selalu keadaan yang baik, maka harus dilakukan perawatan secara berkala dengan mengikuti petunjuk dari buku operasional dan perawatan manual.

DAFTAR PUSTAKA

- FOTON, 2005. Shop manual farm tractor foton ft 824. China.
- Trining center Dept, 2006. Sistem Hidrolik dan Perlengkapan Kerja.
PT. Gaya Makmur Tractor. Jakarta barat
- Team Pengembang Vokasi 2014. *Hidraulik System*. Surakarta :
Sekolah vokasi.
- Ir Ginting dines, 1989 . *Hdraulika*. Jakarta : Erlangga.

LAMPIRAN

GM
TRACTORS

FOTON 824

FARM TRACTOR

EPA-II standard Perkins engine
E-mark certificate
16+8 shuttle-shift
Germany LUK dual stage clutch
Italian DANA front driving axle

FOTON  **FOTON**  **FOTON**



FOTON 824

Main Specification

4WD			
Max. overall dimension	Length	4396 (with front ballast)	mm
	Width	2038	mm
	Height	2810	mm
Wheelbase		2195	mm
Lead	Front	1610	mm
	Rear	1620 ~ 2020 (1620 Normal)	mm
Minimum ground clearance		379 (to front axle base)	mm
Turning radius		4.2 ± 0.3	m
Nett weight (without cab)		3500	Kg
Min. working weight (without cab)		3740	Kg
Weight distribution	Front (without cab)	1600	Kg
	Rear (without cab)	2140	Kg
Ballast	Front	Max. 310	Kg
	Rear	Max. 480	Kg
Rated towing force		19	kN
Engine			
Model	Perkins, 1004 - 4TRT82N02		
Type	Water cooled, vertical, 4 strokes		
Cylinder	4		
Displacement	3.99 Ltr		
Rated power	60.3 kW (82 Hp) / 2300 rpm		
Transmission system			
Clutch	Single dry, plate spring pressed, independent, dual stage		
Gearbox	Combined 4x (2+1), 8F + 4R		
	Creeper optioned 4x (2+1)x2, 16F and 8R		
	Chief and assisted gearshifts adopt straight teeth and meshing sleeve		
Rear axle	Central trans.	Helical bevel	
	Differential	Closed, 4 planetary bevels	
	Diff. lock	Meshing sleeve type	
	Rear trans.	Single stage planetary bevel type	
Front driving axle	Central trans.	Spiral bevel	
	Differential	Closed, 2 planetary bevels	
	Final trans.	Single stage planetary bevels	
Transfer box	Straight teeth column gear with gearshift mechanism		
Steering, wheel & Braking system			
Front driving axle shaft	Central build shaft		
Tyre size	Front	11.2 - 24	
	Rear	16.9 - 34 / 13.6 - 38 (Paddy field tyres)	
Steering type	Independent oil routine, power front wheel steering		
Working brake	Hydrostatic, plate type (dual discs), manned lower pedals		
Park brake	handle operating, multi friction faces with mechanically pressed oil		
	immersing type		
Trailer brake	Air-off type		

Working equipment

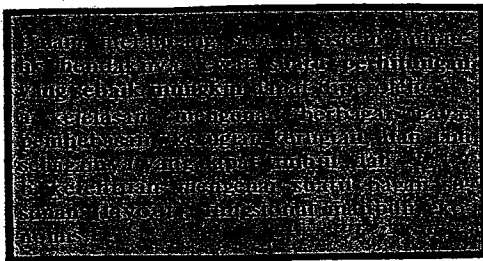
Hydraulic system type	Open, semi separated or separated type		
Tilting depth control type	Position and floating		
Safety valve open pressure	16 ± 0.5		mPa
Max. lifting force	≥ 16		kN
Suspension mechanism	Rear 3-point hitch, cat. II or options as follows;		
	Upper link point, joint hole x width : Ø 25.5 x 51		mm
	Lower link point, joint hole x width : Ø 28.7 x 45		mm
Flow rate	36.8 / 38.4		L/min
PTO shaft	Rear independent 760 / 1000		r/min
PTO shaft diameter and gears type	Ø 38.8 teeth rectangle spline shaft		mm
PTO shaft rotating direction	Clockwise, from the back view		
Towing equipment type	Swing drawbar, towing hitch, position adjustable		
Towing pin diameter	Ø 30		mm
Towing pin height	429 / 467		mm
Hitch height	656 / 647		mm
Hitch pin diameter	Ø 40		mm
Liquid capacity			
Radiator	14		L
Fuel tank	150		L
Engine sump	17		L
Hydraulic steering oil	2.5		L
Brake oil	0.6		L
Transmission oil	38		L
Lifter oil	17		L
Front axle bevel transmission	6		L
front axle final transmission	1.2 each side		L
Electrical			
Electrical system	12V single line with negative pole grounded		
Battery	12V 180AH		
Socket to trailer	7 holes trailer socket		

Theoretical Speed

Gearbox			Combined 8F + 4R		Creeper optioned 16F + 8R				
			Engine Rpm		Engine Rpm				
			2300	2400				2300	2400
Forward	Low speed gear Km/H	I	2.41	2.44	+ Creeper	I	0.48	0.49	
		II	3.75	3.80		II	0.75	0.76	
		III	6.01	6.08		III	1.20	1.22	
		IV	8.38	8.48		IV	1.68	1.70	
	High speed gear Km/H	I	10.47	10.59	+ Creeper	I	2.09	2.19	
		II	16.29	16.48		II	3.26	3.30	
		III	26.06	26.37		III	5.21	5.27	
		IV	36.37	36.80		IV	7.27	7.36	
Reverse	Km/H	I	3.24	3.28	+ Creeper	I	0.65	0.66	
		II	5.04	5.10		II	1.01	1.02	
		III	8.06	8.16		III	1.61	1.63	
		IV	11.25	11.38		IV	2.25	2.28	

2. Dasar-dasar Fisik dari hidraulika

Sebelum kita beralih pada pembicaraan mengenai unsur-unsur hidraulik, terlebih dulu akan kita telaah hukum-hukum apa saja yang berlaku dalam hidraulika. Hampir semua hukum dalam hidrostatika dan hidrodinamika berlaku pula untuk hidraulika.



Untuk ini diperlukan pengetahuan tentang hukum-hukum dasar dari hidrostatika dan

hidrodinamika, khususnya dalam kaitan dengan aliran, gesekan dan pencekikan arus. Rintangan terbesar yang muncul dalam pemecahan berbagai masalah adalah gesekan zat cair (= gesekan antara masing-masing bagian zat cair dan gesekan dari zat cair terhadap suatu dinding tetap). Kalau gesekan ini dapat kita abaikan, penelaahan-penelaahan teoretis akan menjadi agak sederhana. Dalam kebanyakan kasus, pengabaian ini tidak dapat dipertanggungjawabkan atau sama sekali tidak dapat dibenarkan.

Jalan pikiran berikut ini digunakan secara umum. Tanpa mengesampingkan hukum-hukum hidromekanika, kita tentukan gerak zat cair seakan zat cair ini ideal (= bebas gesekan). Setelah itu kita sesuaikan angka-angka yang diketemukan lewat nilai-nilai bantu (faktor-faktor koreksi) pada keadaan-keadaan yang sebenarnya.

2.1. TEKanan HIDROSTATIK (PENGGERAKAN OLEH DESAKAN)

Tugas pertama dari hidrostatika dalam ilmu tentang keseimbangan zat cair berat (= zat cair dengan massa dan karenanya peka terhadap gaya-berat) adalah menentukan distribusi tekanan (dari jangka tekanan) dalam zat cair berat seperti itu.

Jika suatu zat cair dalam arah mana pun menerima sebuah tekanan luar, maka tekanan ini akan menyebar secara merata ke semua arah (Hukum Pascal). Setiap zat cair yang berada dalam keadaan diam akan melakukan suatu tekanan terhadap dinding yang mengelilinginya, yang dinamakan tekanan hidrostatik (Gambar 2.1.1.).

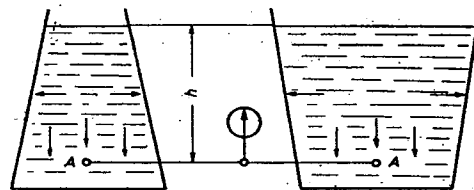
Tekanan-dinding p yang ada dapat kita tentukan dengan rumus.

$$P = F/A;$$

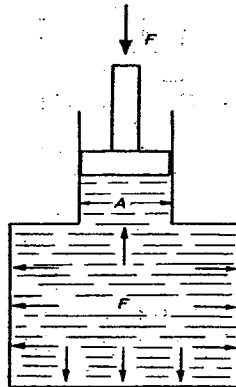
di mana p dalam N/m^2 , jika gaya F dinyatakan dalam Newton dan ukuran luas dalam m^2 .

Tekanan adalah gaya spesifik, yaitu gaya per satuan luas.

Untuk dapat mengikuti perhitungan tekanan dengan lebih jelas lagi, kita dapat mengamati sebuah bejana yang berdiri kokoh yang diisi dengan zat cair (air, minyak) (lihat Gambar 2.1.2). Bejana ini ditutup dengan sebuah torak yang dapat bergerak. Apabila pada torak tersebut bekerja sebuah gaya F dalam Newton, maka zat cair akan mengalami pengempaan. Torak akan turun dalam bejana sampai zat cair dengan gaya yang merata

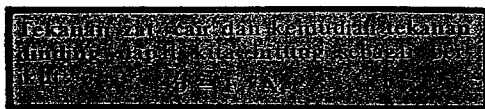


Gambar. 2.1.1. Perambatan tekanan di bawah pengaruh bobot sendiri zat cair (tekanan alas dan tekanan dinding), tidaklah bergantung pada bentuk bejana.



Gambar 2.1.2. Perambatan tekanan di bawah pengaruh dari suatu gaya luar ($p = F/A$)

di dalam bejana melakukan tekanan terhadap torak. Perpindahan torak hanya kecil saja, karena zat cair tersebut hampir tidak dapat dikempa atau taktermampatkan. Di bawah dasar torak dicapai suatu tekanan p , yang berdasarkan hukum perambatan tekanan, diteruskan ke zat cair dalam bejana menyebar secara merata ke semua arah. Tekanan ini menyebar ke seluruh bidang dinding dan besarnya per satuan luas adalah sama, dengan syarat bahwa bobot sendiri dari zat cair bersangkutan dapat diabaikan. Tekan-balik dari zat cair pada bidang-bawah torak pun terbagi rata.

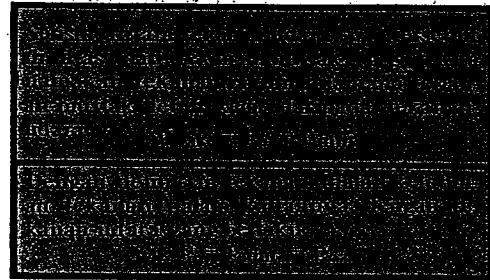


Dalam hal ini p adalah dalam N/m^2 (atau N/cm^2); F adalah gaya luar (dalam N), yang melakukan penekanan, A adalah bidang tekan (= bidang torak) dalam m^2 (atau cm^2). Karena tekanan tersebut didapat lewat pengempaan zat cair, sebutan tekanan-kempa adalah memadai di sini. Dalam menyatakan sebuah tekanan hendaknya diperhatikan apakah yang dimaksudkan adalah tekanan mutlak ($p_{abs.}$) atau tekanan ukur.

Tekanan-mutlak dalam suatu zat cair adalah jumlah dari tekanan beban p_{bel} dan tekanan udara p_0 (tekanan atmosfer):

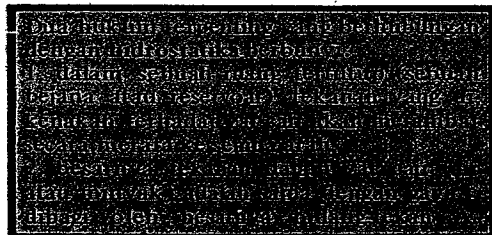


Tekanan-udara tidaklah konstan; namun untuk perhitungan biasanya ia dapat diganti di sini oleh 1 bar ($= 10^5 N/m^2 = 10 N/cm^2$). Pada prinsipnya dalam teknik dan juga dalam hidraulika kita tidak melakukan penghitungan dengan tekanan-mutlak melainkan dengan tekanan-ukur, yang dalam praktek secara singkat dinamakan tekanan (p).



Satuan-satuan untuk mengukur tekanan ini berdasarkan sistem SI adalah bar dan N/m^2 (dahulu juga kgf/cm^2 , at, Torr). Faktor-faktor konversinya adalah sebagai berikut:

1 bar = $10^5 N/m^2 = 10 N/cm^2$
 1 bar $\approx 1,02 kgf/cm^2 \approx 1$ at
 1 bar ≈ 1750 Torr (dari Torricelli) = 750 mm kolom-Hg
 1 bar $\approx 10,2/\gamma$ m kolom zat cair bilamana γ merupakan massa jenis zat cair dalam kg/dm^3 .



Hukum ini berlaku pula bila dibalik: bila suatu zat cair melakukan tekanan sebesar p pada sebuah torak yang luasnya A , maka pada torak ini dikenakan suatu gaya F yang sama dengan: $F = pA$.

Pada hukum-hukum fisis ini didasarkan sejumlah instalasi teknik, demikian instalasi hidraulik, misalnya:

- kempa-kempa hidraulik,
- sekrup-angkat hidraulik,
- rem hidraulik.

Contoh-contoh perhitungan

Contoh 1

Diberikan: sebuah torak dengan diameter

60 mm(d) melakukan tekanan dengan gaya $F = 15000 \text{ N}$ terhadap sebuah silinder yang diisi dengan minyak.

Ditanyakan: berapakah besar tekanan-ukur (disingkat tekanan) yang terjadi dalam silinder tersebut dan berapa pula tekanan mutlaknya?

Pemecahan: luas torak adalah:

$$A = \pi d^2/4 = \pi 6^2/4 = 28,25 \text{ cm}^2.$$

Gaya F yang dilakukan akan membangkitkan sebuah tekanan (tekanan-ukur) sebesar:

$$P_{\text{tekn}} = p = F/A = 15000/28,25 = 530,9 \text{ N/cm}^2 = 53,09 \text{ bar}.$$

Tekanan mutlaknya adalah:

$$P_{\text{abs}} = p + p_0 = 53,09 + 1,02 = 54,11 \text{ bar}.$$

Contoh 2

Diberikan: silinder-kerja dari sebuah truk angkat mempunyai sebuah diameter $d = 60 \text{ mm}$. Katup tekan-maksimum akan membuka pada suatu tekanan (tekanan-ukur) sebesar 18 bar.

Ditanyakan: berapakah beban yang dapat diangkat oleh truk angkat ini?

Pemecahan: luas torak adalah:

$$A = \pi d^2/4 = \pi 6^2/4 = 28,25 \text{ mm}^2$$

Beban maksimal yang akan diangkat adalah:

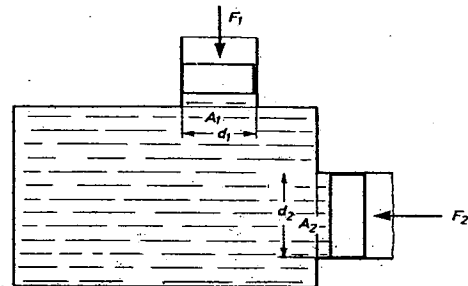
$$F = p \cdot A = 180 \cdot 28,25 = 5085 \text{ N, karena } 18 \text{ bar} = 180 \text{ N/cm}^2.$$

2.1.1. Pengalihan (pengubahan) gaya hidraulik

Seperti dikatakan sendiri oleh namanya, pada prinsip ini yang dimaksud adalah suatu peralatan ataupun instalasi, dalam mana sebuah gaya tertentu dikenakan suatu pengubahan, dalam arti lain diperbesar. Bilamana pada suatu tempat lain dari bejana dengan torak A_1 (Gambar 2.1.2.) ditempatkan sebuah torak kedua yang dapat bergerak yang penampangnya A_2 , maka setelah dilakukan tekanan pada torak yang satu, pada torak yang kedua akan berlangsung sebuah gaya sebesar



[N]



Gambar 2.1.3. Pengalihan gaya hidraulik melalui sebuah bejana dengan dua buah torak (Hukum Pascal).

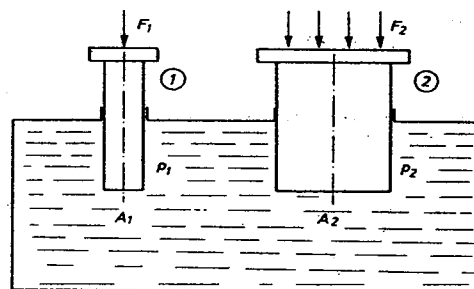
Bilamana torak ini harus dihindarkan dari kemungkinan bergeser, maka terhadap torak ini harus bekerja sebuah gaya luar F_2 sebesar

$$F_2 = p \cdot A_2 = F_1 \cdot A_2/A_1 \quad \text{dalam N.}$$

Dari sini didapat:

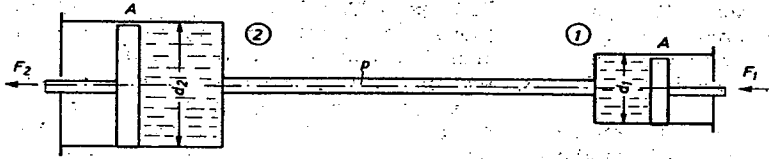
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

Dalam Gambar 2.1.4. diperlihatkan sebuah bejana tertutup yang diisi dengan zat cair dan dilengkapi dua buah torak yang diameternya berlainan (d_1, d_2). Gamb. 2.1.5. memperlihatkan dua buah silinder yang



Gambar 2.1.4. Pengalihan gaya hidraulik melalui sebuah bejana dengan dua buah torak yang melaju hingga ke dalam bejana.

mempunyai perbedaan ukuran besar (dengan diameter d_1 dan d_2) dengan di dalamnya dua buah torak yang tertutup dengan baik dan dapat bergeser. Kedua buah torak ini dihubungkan satu sama lain melalui sebuah pipa dan seluruhnya diisi dengan zat cair.



Gambar 2.1.5. Pengalihan tenaga hidrolika dengan dua buah silinder dan dua buah torak.

Dalam kedua kasus ini pengalihan gaya dan juga perubahan gaya mengikuti perbandingan bidang-bidang torak-pompa dan torak kerja yang bekerja, jadi

Dengan demikian di sini pun berlaku

$$F_2 = F_1 \cdot A_2 / A_1 \quad [N]$$

Bilamana diameter torak (d_1 dan d_2) diketahui, maka kedua bidang torak dapat kita hitung:

$$A_1 = \pi d_1^2 / 4 \text{ dan } A_2 = \pi d_2^2 / 4$$

Karena $A_1 : A_2 = F_1 : F_2$, maka berlaku pula

$$F_1 : F_2 = d_1^2 : d_2^2 = (d_1 / d_2)^2 \text{ dan dengan demikian } F_2 = F_1 (d_2 / d_1)^2$$

Misalnya $A_1 = 1 \text{ cm}^2$ dan $A_2 = 4 \text{ cm}^2$.

Jika torak-kecil 1 (A_1) dibebani dengan $F_1 = 800 \text{ N}$, maka untuk mendapatkan keseimbangan, torak-besar 2 (A_2) harus dibebani dengan sebuah gaya F_2 :

$$F_2 = F_1 \cdot A_1 = 4 \cdot 800 = 3200 \text{ N}$$

Apabila beban F_2 lebih kecil dari 3200 N, maka torak ini akan bergerak ke atas (perpindahan s_2).

Pada suatu pengalihan tenaga hidrolika yang sederhana dapat dikemukakan sebagai berikut: bila torak 1 dipindahkan dengan sebuah gaya F_1 sejauh suatu jarak (=langkah) s_1 , maka volume torak atau volume langkah $V_1 = s_1 A_1$ akan menjadi diperkecil atau didesak. Dengan demikian torak 2 akan pindah atau tergeser sejauh jarak s_2 . Karena volume langkah pada kedua torak (V_1 dan V_2) pada hakikatnya tetap sama (seandainya sifat dapat dikempa yang dimiliki zat cair kita abaikan), akan kita peroleh dari

berbanding terbalik dengan gaya F_1 dan gaya F_2 dan dengan demikian berlakulah:

Pada suatu pengalihan gaya hidrolika (Gambar 2.1.5.) yang sederhana dapat dikemukakan sebagai berikut: bila torak 1 dipindahkan dengan sebuah gaya F_1 sejauh suatu jarak (=langkah) s_1 , maka volume torak atau volume langkah $V_1 = s_1 A_1$ akan menjadi diperkecil atau didesak. Dengan demikian torak 2 akan pindah atau tergeser sejauh jarak s_2 .

Karena volume langkah pada kedua torak (V_1 dan V_2) pada hakikatnya tetap sama (seandainya sifat dapat dikempa yang dimiliki zat cair kita abaikan), akan kita peroleh dari

$$A_1 \cdot s_1 = A_2 \cdot s_2 \text{ dan}$$

$$\frac{\pi d_1^2}{4} \cdot s_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot s_2 \text{ kesimpulan berikut:}$$

Perbandingan pengalihan (i)

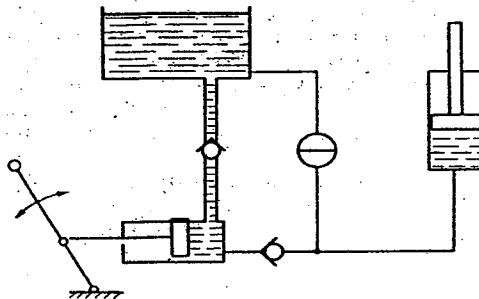
Perbandingan pengalihan i dari gaya-gaya (F_1 , F_2) dan perpindahan-perpindahan (s_1 , s_2) dari sebuah sistem hidrolika (dinamakan juga sistem tuas hidrolika) dengan demikian bersumber dari perbandingan-luas bidang-bidang torak (A_2 / A_1) dan juga dari perbandingan-kuadrat diameter-diameter (d_2 / d_1)².

Panjang langkah tersebut dari torak-pompa 1 dan torak-kerja 2 (langkah s_1 dan s_2),

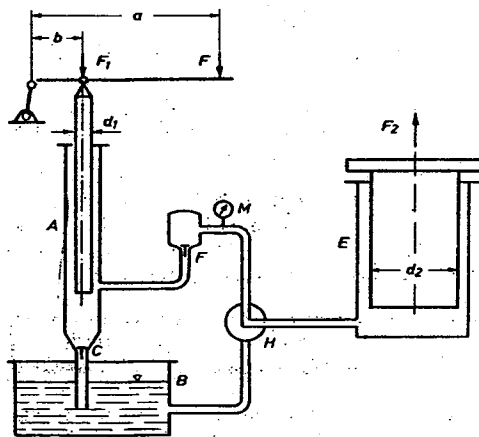
Dalam hal ini kita tidak memperhitungkan kehilangan-kehilangan yang disebabkan oleh gesekan dalam zat cair dan oleh torak dan juga tidak kita perhitungkan faktor kemampuan-pompaan (tempat dimampatkan) zat cair

bersangkutan. Hal-hal ini merupakan penyebab menurunnya gaya F_2 dan dengan demikian juga menurunnya perbandingan pengalihan i (kesemua ini adalah lebih kecil daripada yang diperhitungkan). Penurunan ini dinyatakan dengan sebuah faktor η (biasanya dinamakan hasilguna atau efisiensi), yang selamanya lebih kecil dari 1. Berdasarkan pengalaman hal tersebut berada sekitar 0,8 hingga 0,9.

Pada umumnya kempa hidraulik memanfaatkan pengalihan gaya hidraulik (misalnya pada jembatan-jembatan angkat dan sekrup-sekrup angkat dengan air atau minyak yang dikenakan tekanan (Gambar 2.1.6.).



Gambar 2.1.6. Kempa hidraulik (sketsa prinsip).



Gambar 2.1.7. Alat-alat angkat hidraulik (sketsa prinsip).

Pada pengalihan dengan menggunakan tuas sebuah pompa zat cair, yang merupakan bagian dari suatu alat angkat (Gambar 2.1.7.), seluruh panjang langkah (s_2) dari torak-kerja yang terdiri atas bagian-bagian n langkah dengan panjang s_2 (masing-masing sama dengan satu langkah s_1 dari pompa) dapat kita hitung dari

Dengan demikian karena $n = s_2/s_1$ dan $s_2 = s_1 d_1^2/d_2^2$, maka pada pompa kempa untuk suatu pindahan s_2 torak-kerja harus membuat jumlah langkah

Contoh penghitungan:

Diberikan:
sebuah tekanan-zat-cair $p = 200$ bar
diameter torak-pompa $d_1 = 25$ mm,
panjang langkah dari tuas pompa pada tiap langkah-tuas $s_h = 400$ mm,
ukuran-ukuran tuas dari pompa-tekan-tangan $a = 800$ mm, $b = 40$ mm.

Dibutuhkan:

suatu gaya-angkat F_2 sebesar 500.000 N pada panjang 100 mm (tinggi angkatan jembatan) oleh silinder-kerja.

Ditanyakan:

diameter silinder-kerja d_2
gaya terhadap torak-pompa F_1
perbandingan-pemindahan i
langkah torak-pompa s_1
banyaknya langkah-pompa n
gaya yang diperlukan untuk tuas-pompa F_h .

Pemecahan:

$$F_2 = p (\pi d_2^2/4) = p \cdot A_2 \text{ jadi,}$$

$$A_2 = F_2/p = 500.000 \text{ [N]}/2000 \text{ [N/cm}^2\text{]} = 250 \text{ cm}^2,$$

$$d_2^2 = 4 \cdot 250/\pi, d_2 \approx 17,8 \text{ cm} \approx 178 \text{ mm}$$

$$F_1 = p \cdot A_1 = p (\pi d_1^2/4) = 2000 (\pi 2,5^2/4)$$

$$= \pi \cdot 500 \cdot 6,25 = 9812,5 \text{ N.}$$

$$\text{Perbandingan-pemindahan } i = d_2^2/d_1^2$$

$$= 17,8^2/2,5^2$$

$$= 50,9, \text{ dibulatkan } 51$$

$$\text{perbandingan } s_1/s_h = b/(a+b) \text{ jadi,}$$

$$\text{langkah-pompa } s_1 = s_h \cdot b/(a+b) = 40 \times$$

$$= 160/84 = 1,905 \text{ cm} = 19,05 \text{ mm}$$

Banyaknya langkah pompa ini adalah

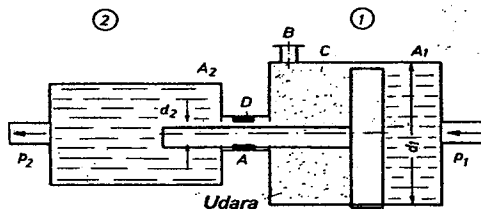
$$\begin{aligned} n &= (s_g/s_i) \cdot (d_2^2/d_1^2) \\ &= i \cdot s_g/s_i \\ &= 50,9 \cdot 100/19,05 = 267 \text{ langkah} \end{aligned}$$

Dari $F_h \cdot (a+b) = F_1 \cdot b$ kita peroleh gaya yang diperlukan untuk tuas pompa:

$$\begin{aligned} F_h &= F_1 \cdot b/(a+b) = 9812,5 \cdot 4/(80+4) \\ &= 39250/84 = 467 \text{ N.} \end{aligned}$$

2.1.2. Pengalihan (pengubahan) tekanan hidraulik

Pada pengalihan tekanan hidraulik, yang dipersoalkan adalah suatu peralatan, yang mana tekanannya ditingkatkan (Gambar 2.1.8.).



Gambar 2.1.8 Pengalihan tekanan hidraulik.

Di sini bagian yang terpenting adalah sepasang torak, yang dimaksud dengan torak diferensial, adalah terdiri atas sebuah torak datar dengan diameter berukuran besar (d_1), dan sebuah torak yang sangat panjang dan berdiameter kecil (d_2). Dalam silinder 1 yang berdiameter besar (d_1) dipompa suatu zat cair pada tekanan p_1 . Dengan demikian pada torak ini bekerja gaya

$$\boxed{} \quad [\text{N}]$$

Dengan gaya F_1 ini, torak kecil yang berdiameter d_2 ditekan ke dalam silinder 2. Silinder ini pun diisi dengan zat cair. Sebuah tutup D menjaga agar zat cair dari silinder 2 tidak akan masuk ke dalam ruang-antara C yang hanya berisi udara. Ruang C dihubungkan melalui lubang B dengan udara luar. Dalam silinder 2 timbul suatu tekanan oleh gaya pada torak d_2 :

$$p_2 = F_1/A_2 = F_1/(\pi \cdot d_2^2/4) \quad [\text{N/cm}^2]$$

dari sini didapat:

$$p_2 = (\pi \cdot \frac{d_1^2}{4} / \pi \cdot \frac{d_2^2}{4}) \cdot p_1 \quad [\text{N/cm}^2]$$

$$\text{atau} \quad \boxed{} \quad [\text{N/cm}^2]$$

Tekanan p_2 ini disalurkan lebih lanjut lewat sebuah pipa pengalir. Maka terjadilah suatu peningkatan tekanan yang cukup berarti. Tentu saja, karena adanya kehilangan-kehilangan yang disebabkan oleh gesekan pada tutup-tutup torak akan terjadi penurunan tekanan yang cukup besar, yang pada penghitungan-penghitungan melalui sebuah faktor pengurang (efisiensi mekanis atau efisiensi η) dapat dikurangi. Efisiensi η selamanya lebih kecil daripada 1. Maka rumusnya adalah:

$$\boxed{} \quad [\text{N/cm}^2]$$

Rumus ini menunjukkan bahwa tekanan yang dihasilkan oleh pompa hidraulik akan lebih kecil dari tekanan teoritis yang dihasilkan oleh pompa hidraulik. Hal ini disebabkan oleh adanya gesekan pada torak-torak dan pada pipa-pipa yang digunakan. Untuk menghitung tekanan yang sebenarnya, kita perlu mengetahui efisiensi mekanis atau efisiensi η . Efisiensi η selamanya lebih kecil daripada 1. Maka rumusnya adalah:

$$1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2$$

Contoh penghitungan (kempa hidraulik dengan pengalih tekanan berdasarkan Gambar 2.1.8.):

Diberikan:

tekanan zat cair yang tersedia $p_1 : 2 \text{ bar}$,
diameter torak $d_1 : 500 \text{ mm}$,
diameter torak $d_2 : 80 \text{ mm}$,
diameter torak $d_3 : 340 \text{ mm}$,
langkah dari torak kempa (d_3) $s_2 = 150 \text{ mm}$,
efisiensi dari pengalihan-tekanan $\eta_1 = 0,95$,
efisiensi kehilangan-kehilangan oleh gesekan $\eta_2 = 0,9$.

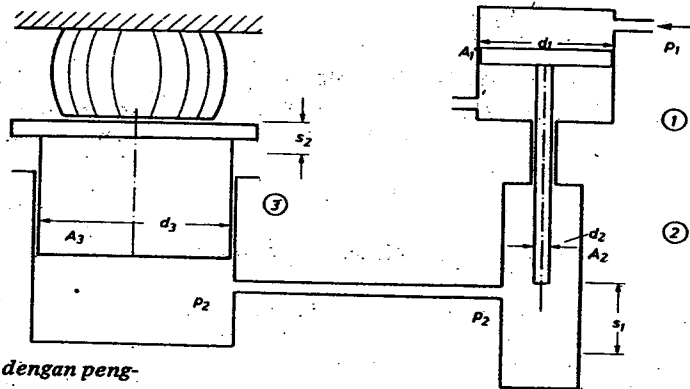
Ditanyakan:

- tekanan p_2 di dalam silinder-kempa (3) (dalam bar),
- gaya-tekan F pada torak d_3 ,
- perpindahan torak diferensial ($d_1 d_2$) : s_1 .

Pemecahan:

a. tekanan dalam silinder 2 (dan dengan demikian juga dalam 3)

$$\begin{aligned} p_2 &= (d_1/d_2)^2 \cdot p_1 \cdot \eta_1 = (50/8)^2 \cdot 2 \cdot 0,95 \\ &= 742 \text{ N/cm}^2 \\ &= 74,2 \text{ bar,} \end{aligned}$$



Gambar 2.1.9. Kempa hidraulik dengan pengalihan tekanan.

$$\begin{aligned} \text{b. gaya-tekan } F &= p_2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \cdot \eta_2 \\ &= 742 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 34^2 \cdot 0,9 \\ &= 606.000 \text{ N} = 606 \text{ kN}, \end{aligned}$$

c. apabila torak kempa (d_3) harus pindah sejauh jarak s_2 , maka ke dalam silinder kempa (3) harus dikempakan suatu volume zat cair sebesar

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_3^2 \cdot s_2 = A_3 \cdot s_2.$$

Volume ini harus dikempa dari silinder (2) oleh torak d_2 dengan langkah s_1 , dengan demikian V adalah juga sama dengan:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \cdot s_1 = A_2 \cdot s_1$$

Dari sini didapat:

$$d_2^2 \cdot s_1 = d_3^2 \cdot s_2$$

dan dengan demikian

$$s_1 = (d_3/d_2)^2 \cdot s_2 = (34/8)^2 \cdot 15 = 271 \text{ cm} = 2,71 \text{ m}$$

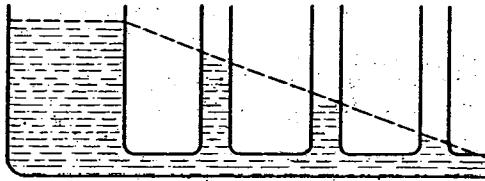
2.2. TEKANAN HIDRODINAMIK (ENERGI DARI KECEPATAN)

Dalam sebuah ruang yang tertutup, tekanan yang kita lakukan terhadap suatu zat cair akan merambat ke semua arah sejalan dengan kecepatan bunyi. Kecepatan bunyi dalam udara adalah 330 m/s, dalam air dan minyak sekitar empat kali sebesar itu.

Di dalam praktek, unsur-unsur sebuah instalasi hidraulik adalah elastis dan tidak rapat. Dari hal ini akan timbul suatu pengurangan atas kecepatan-rambat sebuah tekanan dalam suatu pengalihan. Pengurangan ini dapat kita setel pada 1000 m/s. Kecepatan-rambat suatu tekanan adalah demikian besarnya, sehingga karena pendeknya jarak di dalam sistem-sistem hidraulik modern, kita dapat menganggap waktu-rambat sama dengan nol.

Dengan demikian suatu pengenduran waktu tidak perlu kita perhitungkan.

Tapi semua jenis zat cair memiliki kepekaan terhadap gesekan-dalam. Sifat zat ini ditandai oleh kekentalan atau viskositas, pada umumnya harus kita perhitungkan di mana berbagai lapisan zat cair yang saling berbatasan melakukan geseran satu sama lain dengan kecepatan yang berbeda-beda.



Gambar 2.2.1. Jatuhnya tekanan (jalannya tekanan) dalam sebuah pipa sebagai akibat dari gesekan zat cair.

Gambar 2.2.1. pada prinsipnya memperlihatkan pengaruh yang disebabkan oleh viskositas dan dengan demikian juga oleh gesekan terhadap jalannya tekanan dalam sebuah pipa. Dalam hal ini kita umpamakan bahwa zat cair bersangkutan dengan bebas dapat mengalir dari pipa. Energi potensial yang dimiliki zat cair dalam reservoir diperlukan untuk mengatasi tahanan gesekan yang terjadi, yang disebabkan oleh kecepatan yang timbul di dalam pipa.

Perambatan merata sebuah tekanan seperti yang pernah disinggung sebelum ini, misalnya dari ruang-silinder 1 ke ruang-silinder 2 (lihat Gambar 2.1.5*), hanya betul-betul akan terjadi, jika kecepatan-gerak torak pompa dan dengan demikian juga kecepatan aliran dari volume zat cair yang tergeser (melalui pipa penghubung) terbukti cukup rendah.

Torak pompa (dengan luas A_1) mendesak per satuan-waktu suatu jumlah zat cair (debit aliran langsung) Q yang sama dengan:

$$Q = A_1 \cdot v_1 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

jika A_1 diberikan dalam m^2 dan v_1 dalam m/s , atau

$$Q = 0,1 A_1 \cdot v_1 \text{ l/menit}$$

jika A_1 diberikan dalam cm^2 dan v_1 dalam m/menit .

Bila kecepatan dalam sebuah pipa adalah sama secara merata, maka debit zat cair yang mengalir akan sama dengan perkalian dari penampang pipa dan panjang pipa bersangkutan, yang dilalui oleh bagian kecil zat cair per satuan-waktu.

$$\text{Debit } Q \text{ ini} = A \cdot s/t.$$

Hasilbagi dari jarak yang dilalui dan waktu t (laju aliran) pada suatu gerakan yang beraturan adalah sama dengan kecepatan, sehingga

$$Q = Av.$$

Dari sini diperoleh bahwa kecepatan aliran pada penampang A (Gambar 2.1.5.) adalah sama dengan:

$$v = Q/A \text{ (m/s),}$$

jika Q diberikan dalam m^3/s dan A dalam m^2 , atau

$$v = 10 Q/A \text{ (m/menit),}$$

jika Q diberikan dalam l/menit dan A dalam cm^2 .

Dalam hal ini kita tidak memperhitungkan sifat termampatkan yang dimiliki zat cair.

2.3. JUMLAH KESELURUHAN TEKanan HIDRAULIK

Jumlah keseluruhan tekanan dari suatu zat cair yang mengalir adalah terdiri atas:

1. tekanan setempat (atau tekanan bobot) yang sebanding dengan selisih-ketinggian h di tempat pengukuran.

$$p_s = \rho g h [\text{N/m}^2]$$

seandainya ρ adalah kerapatan dari zat cair dalam kg/m^3 , h ketinggian kolom zat cair dalam m dan g percepatan gaya-berat ($9,81 \text{ m/s}^2$).

2. Tekanan-statis p_{st} (tekanan luar)

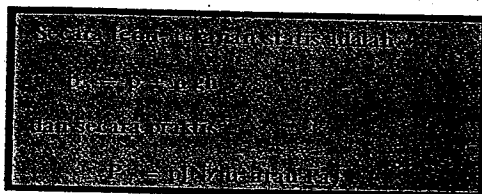
Dalam praktek yang kita maksudkan dengan tekanan statis adalah tekanan luar ditambah tekanan bobot zat cair di atas tempat pengukuran.

Dengan demikian besarnya tekanan statis ditentukan

- oleh tekanan yang disebabkan gaya-gaya luar terhadap zat cair, ($=p$),
- oleh tekanan yang disebabkan massa zat cair (tekanan bobot) $= p_s$.

Dalam suatu zat cair, lapisan-lapisan yang berada lebih tinggi akan melakukan tekanan oleh bobotnya sendiri terhadap lapisan-lapisan di bawahnya.

Di dalam instalasi-instalasi hidraulik, selisih-ketinggian tersebut jarang sekali lebih dari dua hingga tiga meter. Karenanya, seperti telah dikatakan sebelum ini, tekanan bobot ini dapat kita abaikan.



Dalam hal ini ρ adalah kerapatan dalam kg/m^3 , g adalah percepatan oleh gaya-berat ($= 9,81 \text{ m/s}^2$). N/m^2 berarti Newton per m^2 .

3. Tekanan-dinamik p_{din} (tekanan dorong) Besarnya tekanan dinamik terutama bergantung pada energi kinetik zat cair yang bersangkutan.

Pada suatu penggerak hidrostatik, kecepatan zat cair maksimum dalam lubang-lubang kecil dan celah-celah biasanya adalah sebesar 20 m/s (hanya dalam lubang-lubang pengecil saja yang lebih tinggi). Pada kecepatan ini, energi kinetik dari zat cair bersangkutan adalah sangat kecil.



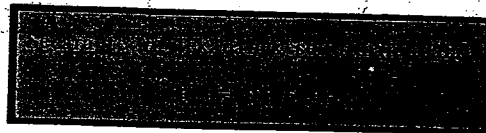
Di sini ρ dinyatakan dalam kg/m^3 dan v dalam m/s .

Peran serta tekanan dinamik dalam keseluruhan tekanan pada penggerak-penggerak hidrostatik biasanya adalah kurang dari 2,5%, jadi



Dari sini kita dapat menarik kesimpulan bahwa pada perhitungan-perhitungan dalam praktek, tekanan dinamik (p_{din}) dan tekanan bobot (p_s) dapat diabaikan. Medium

tekan (minyak) kita anggap sebagai suatu zat cair yang berada dalam keadaan diam dan tanpa massa sendiri. Yang diperhitungkan hanyalah gaya-gaya luar yang bekerja pada alat tekan dan yang dialihkan.

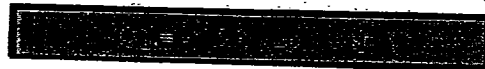


Tekanan-dinamik setempat pada lubang-lubang pengecil (penyempitan-penyempitan) adalah lebih besar daripada yang terjadi dalam sebuah pipa dengan diameter besar. Jika kita memperhitungkan hal tersebut maka debit aliran dapat kita tentukan dengan rumus berikut:

$$Q = Av = A\sqrt{2\Delta p/\rho}$$

Dalam hal ini ketentuan $v^2/2$ kita abaikan (lihat Pasal 2.4.).

Dari sini kita peroleh



di mana massa jenis $\rho = 0,87 \text{ kg/dm}^3$ (untuk minyak), A = penampang lubang pengecil (m^2), v = kecepatan zat cair di dalam lubang pengecil, Δp = selisih tekanan yang timbul oleh katup cekik (N/m^2).

2.4. ENERGI HIDRAULIK

Suatu tekanan p dapat juga diartikan sebagai energi (W dalam Nm) per satuan volume (V dalam m^3). ($1 \text{ Nm/m}^3 = 1 \text{ n/m}^3$). Maka dengan demikian banyaknya energi dari bagian-bagian kecil zat cair yang mengalir terdiri atas:

- energi-potensial W_s (energi dari tempat), yang sesuai dengan ketinggian h dari tempat pengukuran dan juga tergantung dari massa-jenis ρ minyak bersangkutan (pada minyak $0,87 \text{ kg/dm}^3$).



Dikarenakan ketinggian yang tidak seberapa dari kolom-kolom zat cair pada instalasi-instalasi hidraulik, biasanya hal di atas dapat kita abaikan,

b. energi tekan atau energi-statis W_{st} yang diperoleh dari

$$W_{\text{st}} = Vp_s$$